

LÄROBOK

i

FYSISKA GEOGRAFIEN

för

Militära Läroverken.

Imprimatur: *H. Molander.*

LÄROBOK

i

FYSISKA GEOGRAFIEN

för

MILITÄRA LÄROVERKEN.

Utarbetad

af

E. E. L. E. N. Z.

Ledamot af Kejs. Vetenskaps-Akademien i S:t Petersburg.

Öfversättning från Ryskan.

Kuopio,

hos J. Karsten, 1854.

O INNEHÅLL.

	Sida.
INLEDNING	1.
§ 1. Fysiska Geografiens föremål. — § 2. Vetenskapens in- delning i fem Capitel.	

I:a CAPITLET.

Om jordklotets fasta yta (Orografi).

A.	Betraktelse öfver jordens yta i horisontelt hänseende .	3.
	§§ 3 och 4. Om fasta landet. — § 5. Öar. § 6. a) Conti- nental-öar. — § 7. b) Hafs-öar. — § 8. α) Höga öar. — § 9. β) Korall-öar.	
B.	Betraktelse öfver jordens yta uti vertical rigtning .	14.
	§ 10. Höga och låga ställens oregelbundna läge. — § 11. Slätter och bergs-kedjor. — § 12. Bergens oregelbundna läge. — § 13. Beskrifning öfver bergens allmänna karakter. — § 14. Bergs-toppar. — § 15. Bergs-pass. — § 16. Bergs-kedjornas läge på jord-ytan. — § 17. Afrika. — § 18. Amerika. — § 19. Asien. — § 20. Europa. — § 21. Continenternas tyngdpunkt.	

II. CAPITLET.

Om jord-skorpanns inre beståndsdelar (Geologi) .

	§ 22. Revolutioner, som förändrat jord-ytan. — § 23. Plu- toniska och Neptuniska berg-arter. — § 24. Metamorfiska skifer- arter. — § 25. De Neptuniska formationernas lägringsföljd. — § 26. Siluriska och Devoniska systemerna. — § 27. Stenkols-syste- met. — § 28. Secundär-formationer. — § 29. Tertiär-bildningar. — § 30. Alluvial-formationerna. — Grottor. — § 31. Bergs-ryg- garnes relativa ålder.	
--	--	--

III. CAPITLET.

Om jordens flytande yta (Hydrologi).

	Om hafven	49.
--	---------------------	-----

§ 32. Ocean-niveaus oföränderlighet. — § 33. Oceanernas djup. — § 34. Hafs-vattnets salthalt. — § 35. Hafs-vattnets genomskinlighet. — § 36. Hafs-vattnets glans. — § 37. Hafs-vattnets temperatur vid ytan. — § 38. Temperaturen på djupet af Oceanen. — § 39. Vattnets frystande i Oceanen. — § 40. Ebb och flod. — § 41. Theoretisk förklaring öfver denna företeelse. — § 42. Isorachier och flod-höjder. — § 43. Strömmar i Oceanen. — § 44. Vågor i Oceanen. — § 45. Vågornas höjd.

Om källor och floder 79.

§ 46. Vattnets uppkomst i källor. — § 47. Vattnet såsom flytande i det inre af jorden. — § 48. Periodiska källor. — § 49. Källors temperatur. — § 50. Mineral-vatten. — § 51. Mineral-källornas uppkomst. — § 52. Om floder. — § 53. Förändringar i flod-niveaun. — § 54. Jemförelse mellan olika floder. — § 55. Öfra, medlersta och nedraloppet.

Om sjöar och kärr 99.

§ 56. Sjöar. — § 57. Kärr. — § 58. Vattnets omlopp och mekaniska kraft.

IV. CAPITLET.

Om de förändringar, som försiggå på jordens yta.

§ 59 Orsakerna till dessa förändringar.

A. Om vulcaniska företeelser 104.

§ 60. Jordbäfningar. — § 61. Sammanhang mellan jordbäfningar och andra företeelser. — § 62. Jordbäfningarnes stora utsträckning. — § 63. Förändringar uppkomna genom jordbäfningar. — § 64. Samband mellan jordbäfningar och vulcaniska företeelser. — § 65. Bildning af nya vulcaner och öar. — § 66. Vulcaner. — § 67. Fenomenen vid vulcanernas lugna tillstånd. — § 68. Vulcaniska eruptioner. — § 69. Lava. — § 70. Theorie öfver de vulcaniska verkningarne. — § 71. Falska vulcaner.

B. Vattnets verkan 128.

§ 72. Bildningen af flodernas delta.

C. Djurs och människors inverkan 130.

§ 73. Inverkan af Infusorier. — Menniskans inverkan.

Slutsats 131.

§ 74. Vulcanernas och vattnets starka verkan i forna tider.

V. CAPITLET,

Om jordens gasformiga yta (Meteorologi) . . . 132.

§ 75. Vigten af långvariga meteorologiska observationer. —

§ 76. Atmosferens beståndsdelar och höjd.

A. Om värme-fenomenerna på jordens yta 139.

§ 77. Vigten af värmets i naturens hushållning.

1. *Temperatur-företeelser, observerade på ett gifvet ställe* . 139.

§ 78. Temperaturen dagliga variationer. — § 79. Theoretisk förklaring. — § 80. Dygnet medel-temperatur. — § 81. Årets medel-temperatur.

2. *Temperaturen vid olika höjder öfver hafs-ytan* . . . 153.

§ 82. Temperaturen förminskning i mån af höjdens tilltagande. — § 83. Bergs-flora. — § 84. Snö-linien. — § 85. Gletscher.

3. *Temperaturen vid olika djup inuti jorden* 163.

§ 86. Temperaturen variations-amplituder inuti jorden. — § 87. Jordklotets egen temperatur.

4. *Värmets fördelning på jord-ytan* 169.

§ 88. Isothermer. — § 89. Isotherer och Isochimener. — § 90. Orsakerna till Isochimenernas krökningar.

B. Om vindarna 175.

§ 91. Vindens riktning och hastighet. — § 92. Passad-vindar, moussons och strand-vindar. — § 93. Theoretisk förklaring öfver deregulerade bundna vindarne. — § 94. Vindar vid de högre breddgraderna. — § 95. Orkaner och skydrag. — § 96. Vindarnes egenskaper.

C. Om vatten-meteoror 189.

§ 97. Begrepp om luftens fuktighet. — § 98. Dimma och moln. — § 99. Molnens olika utseende. — § 100. Regn och snö. — § 101. Quantiteten af regn-vatten i olika länder. — § 102. Dagg och rimfrost.

D. Om förändringarne i atmosfärens tryck 205.

§ 103. Barometerns regelbundna förändringar. — § 104. Barometerns oregelbundna oscillationer. — § 105. Barometerns medel-höjd. — § 106. Relationer emellan barometerstånden och väderleken.

E. Om Electriska meteoror 214.

§ 107. Åska. — § 108. Åskans theoretiska förklaring. — § 109. Blixtslagets verkan; åskledare. — § 110. Hagel.

F. Optiska meteoror 223.

§ 111, Himla-hvalfvets blåa färg. — § 112, Sken genom molnen. — § 113, Refraction. — § 114, Luftspegling. — § 115, Regnbågen. — § 116, Ringar eller gårdar kring himla-kropparne. — § 117, Cirklar omkring solen och månen. § 118, Väder-solar. — § 119, Polar-sken.

G. Eld- och Problematiska meteoror 240.

§ 120, Stjernfall och aërolither. — § 121, Problematiska fenomen.

SLUTBETRAKTELSE 245.

§ 122, Organismernas fördelning på jord-ytan. — § 123, Växternas gräns-linier.



INLEDNING.

§ 1. *Föremålet för Fysiska Geografien* består uti för-
klaring af de phenomener, hvilka vi observera såväl på jord-
klotets yta, som uti dess tillgängliga inre; — dess *förnämsta*
problem utgör bestämmandet: enligt hvilka fysiska lagar de
af oss observerade phenomenerna hafva försiggått och ännu
försiggå. — Af denna definition följer, att Fysiska Geogra-
fien står i ett ovilkorligt samband med alla naturvetenska-
per; likväl lånar hon sina förnämsta materialier ifrån trenne,
nämligen: ifrån *Allmänna Geografien* tager hon beskrifnin-
gen om jordens yta; ifrån *Geologien* betjenar hon sig af un-
dersökningarnes hufvudresultater, beträffande jordskorpan
inre daning, och slutligen lånar hon ifrån *Fysiken* de för-
nämsta grunder för sina slutsatser vid förklaringen af de
särskilta phenomenerna.

§ 2. De ämnen, af hvilka jordens yta består, befinna
sig i tre aggregations-tillstånd: i fast, flytande och gasfor-
migt; till det första hör landet, till det andra vattnet och
till det tredje atmosfären; och, emedan lagarne för de obser-
verade företeelserna till det mesta bero af de elementers
tillstånd, uti hvilka phenomenerna försiggå, så erbjuder oss
detta olika aggregations-tillstånd hos jordens beståndsdelar
äfven en naturlig indelning af alla företeelser; vi indela den
nämligen i företeelser, som tilldraga sig på landet, uti vattnet
och i atmosfären. Betraktande dessutom särskilt phenome-

nerna på jordens yta och i dess inre, samt afskiljande de fortfarande ifrån de omvexlande, indela vi Fysiska Geografien i följande Capitel:

- I. Om jordens fasta yta (Orografi).
 - II. Om jordskorpan inre sammansättning (Geologi).
 - III. Om jordens flytande yta (Hydrologi).
 - IV. Om förändringar på jordytan.
 - V. Om phenomener i atmosfären (Meteorologi).
-

1. Capitlet.

OM JORDKLOTETS FASTA YTA (Orografi).

A. Betraktelse öfver jordens yta i horizontelt hänseende.

§ 3. Fördelningen af land och vatten på jordklotets Fast land. yta samt contourerna af deras gränсор förete icke någon regelbundenhet. $\frac{1}{4}$ af hela jord ytan är betäckt med vatten, och $\frac{3}{4}$ upptages af fast land (det nyupptäckta 6:te fasta landet förändrar visserligen detta förhållande). Landet är äfven olika fördeladt; $\frac{3}{4}$ deraf ligga på Norra halfklotet och blott $\frac{1}{4}$ på det Södra; hela jordens yta kan man dela i tvenne delar sålunda, att hela landmassan kommer att befinna sig på ena halfklotet, under det den motsatta blir nästan betäckt af vatten; polen af den storcirkel, som på detta sätt delar jordklotet, ligger nära Gibraltars-sund (se kartan 1).

Äldre Geografers bemödande, att uti ländernas form finna någon regelbundenhet, voro till största delen misslyskade. Endast en anmärkning, som redan blef gjord af *Baco af Verulam* uti XVII seklet, öfverraskar oss vid första blicken på kartan. Denna anmärkning består deri, att alla landmassor slutas i Söder med spetsar, som utlöpa i hafvet likt landtuddar, under det deras norra delar äro mera afrundade och utbredda. Sålunda slutas Amerika i Söder med *Cap Horn*, Afrika med *Goda Hopps udden* och Australien med ön *Vän Diemens-land*. Samma företeelse märka vi också hos de mindre halföarne, och såsom exempel derpå kunna tjena: *Ost-Indien*, *Arabien*, *Californien*, *Italien*,

Spanien, Grekland, Skandinavien, hvilka alla mot Söder slutas med spetsar; endast *Jutland* utgör ett undantag. Det är otvifvelaktigt, att denna egenhet ej kunde uppstå tillfälligtvis, utan var beroende af orsaker, hvilka existerade vid landmassornas bildning, oaktadt vi hittills angående denna sak icke känna något bestämdt.

§ 4. Utom denna alla landmassors allmänna egenhet, möta vi den största olikhet uti deras former, och enligt den ryktbara Geografen *Ritter's* anmärkning utöfvar denna olikhet ett viktigt inflytande på de folkslags och nationers utbildning, som bebo dem. I detta hänseende skilja sig från hvarandra isynnerhet Europa och Afrika. Afrika framställer i sin bildning en ofantlig landmassa, hvars kuster bilda en linie, som hvarken afbrytes af vikar eller betydande halföar; Europa deremot är omgifvet af djupt ingående haf, och företer derigenom ett månglemmadt helt. *Ritter* kallar därför Europa ett land med betydlig kust-utveckling, och i sjelfva verket hafva noggranna mätningar visat, att Europa äger en kustutsträckning af 4300 mil på 160,000 qv. m. yta, då deremot Afrikas kustutsträckning endast är 3500 mil på 534,200 qv. mils yta, så att förhållandet mellan kustutvecklingens och ytans talvärden för Europa är $= \frac{1}{17}$, och för Afrika $= \frac{1}{130}$. Den stora kustutvecklingen uppkommer genom det stora antalet af vikar, hvilka åter bilda goda hamnar och just derigenom befrämja sjöfarten och sjöhandeln. Men mensklighetens historie visar, att handelsförbindelser emellan nationerna framför allt uppväcka och utbilda det intellectuella lifvet; i början drager vinningslystnaden människan till handels-verksamhet, och med förökningen af nationernas rikedom uppstå fordringar af en mera förfinad smak och insigt, samt slutligen också vetenskaper och konster. Derför är det ganska naturligt, att en större utbildning af en continents kuster bidrager till en hastigare utveckling af nationernas bildning. Sanningen af denna anmärkning bevisar bäst den anförda jämförelsen emellan Eu-

ropa och Afrika Under det att de Europeiska folkslagen öfverträffa alla andra genom sin bildning, hafva Afrikanerna i detta hänseende till och med blifvit långt efter andra continenters folkslag, såsom t. ex. Södra-Amerikas, — ty denna landsträcka, ehuru den har en obetydlig kustutveckling, har deremot i ersättning en mängd segelbara floder, på hvilka Afrika äfven lider brist. Endast Nilen gör i detta afseende ett undantag; blott här finna vi den enda landsträcka, som kunde någotnär täfla med Europa. Det inre af Afrika är oss så litet bekant, att vi äga derom mindre kännedom än om månens yta, der vi i sjelfva verket känna bergens läge och till och med deras höjd, medan det är oss aldeles obekant, om i det inre af Afrika finnas betydande bergsryggar, och om Nilens källor strider man ännu.

Södra Asiens kuster äro mycket mer utbildade, och derföre äro de dervarande nationerna mera kända af Europeerna; endast det inre af continenten, som omges af höga bergskedjor, är för oss nästan lika okänt, som det inre af Afrika, emedan de höga bergskedjorna i högsta grad försvåra communicationen emellan det inre landet och kustinbyggarne.

Gestalten af den femte continenten — Nya Holland — föret en sällsam likhet med Afrika, och i sjelfva verket stå, under, det de Europeiska kolonierna allt mer och mer förökas och blomstra på kusterna af denna continent, de folkslag, som bebo dess inre, ännu på en låg grad af bildning, och sjelfva detta inre är oss aldeles obekant.

Det har lyckats Europeiska sjöfarares outtröttliga bemödanden, att slutligen upptäcka en 6:te continent, som omger den södra polen; men derjemte hafva de blifvit öfvertygade om omöjligheten, att någonsin i den intränga. Det har väl lyckats några, att framtränga mellan de simmande isberg, som omgifva detta fasta land; men ett längre framträngande har blifvit förhindradt af en 300¹ hög ismur, i hvilken kapten Ross förgäfvos sökt en öppning.

Häraf ses, huru rikt naturen begåfvat Europeerna genom artikuleringen af deras continent. Längre fram få vi se, att denna artikulering ännu på medelbart sätt — nämligen genom sitt inflytande på klimatet — mycket bidragit till civilisationens concentrering i denna verldsdel, och att den härifrån blott kunnat börja utsprida sig till de aflägsnaste länder.

öar. § 5. Jordens fasta yta består, utom continenter, ännu af en mängd öar, spridda i alla haf, och hvilka vid första anblicken förete samma oregelbundenheter, som sjelfva continenterna; men, vid betraktelsen af ögruppernas läge, deras form och isynnerhet deras inre sammansättning, finner man, att alla öar enligt den ryktbara Geognosten *Buch's* åsigt kunna delas i tvenne klasser. Till den förre höra *Continental-* eller *långsträckta*, och till den sednare *hafs-* eller *runda-öar*.

a) Continental-öar.

§ 6. Continental-öarne omgifva vanligen continenternas kuster, och i det de ligga på icke långt afstånd ifrån dem, äro de till största delen belägna längs en med den närgränsande kusten parallel linie; hafva de någon bergsrygg, så liknar denna till sin geognostiska sammansättning continentens närmast löpande berg och följer alltid deras riktning; formen på öarne är vanligen långsträckt. I anledning häraf anse vi dessa öar, i det vi hänföra dem till continenterna, såsom dessas yttre gräns. Det bästa exemplet på continental-öar framställa de långa östra kusten af *Nya Holland* liggande öarne, eller den så kallade *West-Australiska Archipelagen*, nämligen öarne: *Nya Seeland*, *Norfolks-ön*, *Nya Caledonien*, *Nya Hebriderne*, *Salomons-öarne*, *Nya Britannien*, *Nya Hannover*, *Nya Irland*, *Louisiada*, *Nya Guinea*, m. m.; slutligen söndersplittas sträckan af dessa öar i de små *Sunda-öarnes* grupp. Ett dylikt exempel af continental-öar förete äfven de stora *Sunda-öarne*: *Java*, *Sumatra* och andra; vidare *Philippinska-öarne*, *Japanska archipelagen* och slutligen *Kuriliska-öarne*. Alla dessa ö-sträckor utgöra liksom den östra kanten af *Nya Holland* och *Asien*.

I Afrika kan man räkna till continental-öar blott ön *Madagaskar*. De anmärkningsvärdaste exempel af detta slag i Amerika äro: öarne i *Mexikanska viken* (*Portorico*, *S:t Domingo*, *Jamaica*, *Cuba* och andra), *Eldslands öarne*, *Nya Norfolks ön*, *Cornwallis*, *Hannover*, *Konung Georg's öar*, *Sitka*, och slutligen på norra kusten, *Grönland* med tillhörande öar.

I Europa bör man till continental-öar hänföra *Skären* på kusterna af *Norrige*, *Sverige* och *Finland*. Alla dessa skär förete ganska tydligt typen af continental-öar, isynnerhet om vi vid deras betraktande fästa uppmärksamhet på gestalten af den närliggande continentens kuster. Så t. ex. består *Norriges* vestra kust af en mängd smala och höga uddar, mellan hvilka hafvet intränger med djupt inskränande vikar (*Fjorðar*). *Skären* förete samma utseende; de bestå af samma granit, som *Norriges* bergiga uddar, blott med den skilnad, att de äro aldeles afskilda från fasta landet. Dylikt är förhållandet med våra *Finska skär*, ehuru de icke äro så höga och branta, som de *Norriska*. Till Europas continental-öar höra ännu: *Hogland*, *Bornholm* och andra mindre öar i *Östersjön*; vidare *Stora Brittanien* och *Irland*, *Hebriderna*, *Orkaderna* och *Shetländska öarne*, *Sicilien*, *Corsica*, *Sardinien*, *Elba*, *Malta*, *Dalmatiska öarne* till *Ragusa*, *Joniska öarne*, och slutligen öarne i *Grekiska Archipelagen*, hvarest de bergarter, som bilda dem, utvisa, att de ända till *Stampali* tillhöra den Europeiska continenten, men börjandes ifrån *Cos* och *Kalimene* till den *Asiatiska*.

Vi få längre fram se en mängd bevis, hvilka bekräfta den hypotes, att jordytan ursprungligen var betäckt med vatten, och att den sedermera genom vulkaniska krafter verkningar blifvit upphöjd öfver hafvets niveau, hvarföre *Buch*, sedan han utforskat continental-öarnes allmänna egenskaper, gjorde följande slutsats om deras uppkomst: der, hvarest den upphöjda delen af en continent vidrör den under vatten liggande, har jorden under sin upphöjning blif-

vit sönderrifven och delvis borttryckt af hafvet, så att continental-öar icke äro annat, än stycken af en continents kuster. Detta bevisar såväl deras med kusten parallela läge, som ock deras bergsryggars likartade geognostiska sammanställning. Enligt denna hypotes hafva vi med rätta kallat för continentens yttersta kant, de längs östra kusten af Asien och Nya Holland i en oafbruten kedja fortlöpande continental-öarne.

b) Hafs-
öar.

§ 7. Ett helt annat utseende och en olika uppkomst-art förete de runda eller hafs-öarne, hvilka höja sig ifrån oceanernas djup på betydligt afstånd från continenterna. Äfven här äro vi Buch tackskyldige för de första sorgfälliga observationer. Han har indelat dessa öar i tvenne till sin karakter hvarandra aldeles olika klasser; den första klassen kallar han *höga*-, den andra *låga*-hafs öar.

a) Höga,

§ 8. Tydligast visar sig karakteren af de höga öarne hos *Canariska* öarne. De hafva, liksom alla höga öar, en mer eller mindre regelbunden conisk form. Öns största höjd motsvarar alltid dess midt, hvarifrån klipporna allt mer och mer sänka sig mot hafvet. På högsta toppen befinner sig en kittelformig fördjupning, som af inbyggarna kallas *la Caldera*. Ifrån Calderans yttre kant nedgå, likt radier, djupt inskurna klyftor, hos innevånarne bekanta under namn af *Barancos*; dessa benämningar har Buch bibehållit och infört i Geografien. Allt efter som Barancos närma sig hafvet, utvidga de sig allt mer, och på deras branta väggar är det lätt att urskilja de bergarter, af hvilka ön är sammansatt; deras lager sänka sig mot hafvet, i det de följa riktningen af sjelfva öns sluttningar. Vanligen genomskär en af barancos calderans kant. Likväl visa sig calderan och barancos icke alltid så regelbundna, som man ser det på ön *Palma*, hvilken hör till Canariska ö-gruppen och är förestäld på planchen 1. fig. 1.; till största delen bibehåller sig blott calderans ena kant, den andra är nästan alltid förstörd, och dess förra utseende utmärkes blott af en qvar-

blifvande krans. — På ön Teneriffa höjer sig ifrån calderan, som någorlunda väl bibehållit sig, en ofantlig con, den sedermera bildade vulkanen *Pic-de-Teide*.

Buch antager, att dessa öar framskjutit från hafvets botten. Den vulkaniska kraften har först genom sitt påträngande upphöjt hafshottnet öfver oceanens yta, derpå har lavan i midten rifvit ett hål, uppfyllt alla remnor på denna öppning och sålunda bildat ön; och följakteligen äro enligt hans åsigt calderans kanter en upphöjd och sönderrifven jordskorpas kanter, dess botten är stelnuad lava, barancos remnor i den bildade öppningen. Denna öppning kallar Buch *upphöjningskrater* till skilnad från vulkaniska kratrar, genom hvilka utbrott ske, och hvilka han kallar *utbrots- eller Eruptions-kratrar*. Skillnaden mellan en upphöjnings- och en eruptions-krater består således deri, att i första fallet de vulkaniska krafterna blott upphöjt lagren, och att, ehuru de i dem bildat en öppning, betecknas den dock blott genom calderans kittelformiga fördjupning och genom barancos; eruptions-kratrar deremot uppkasta tidtals lava, som på alla sidor betäcker vulkanens sluttningar och bildar sjelfva dess con. Sådane eruptions-kratrar kunna uppstå på sjelfva calderans botten; exempel derpå finna vi i *Pic-de-Teide* på Teneriffa.

Geognosterna hafva väl icke i allt gillat *Buch's* åsigt, men man måste åtminstone erkänna, att han genom sina forskningar tydligt visat, att dessa öar hafva på olika tider och en i sender upphöjt sig öfver hafsytan, och derföre kan man icke anse dem som qvarlefvor af en continent, som nu är uppslukad af hafvet, hvilket var de äldre Geografernes åsigt, hvilka derföre äfven gifvit en sådan continent en egen benämning, *Atlantis*.

Stillahafvets ofantliga bassin är uppfylld af höga öar: *Sällskaps-öarnes archipelag* och *Vänskaps-öarne*, *Mariannerna*, *Sandwich-öarne*, *Marquesas-* och *Aleutiska öarne*, bestå till största delen af höga hafsöar, till ett antal af

omkring tusende. Vidare höra till höga öar uti *Indiska oceanen*: *Isle de France*, *Bourbon*, *Amsterdam*; uti *Atlantiska hafvet* öarne: *Tristan d'Acunha*, *S:t Helena*, *Ascension*, *Capo Verdiska*, *Canariska*, *Azoriska* öarne, *Island* och små *Antillerna* m. fl.

Korall-
öar.

§ 9. Till den andra klassen af runda halföar höra de låga öarne, hvilkas gestalt är för oss mera intressant, emedan de för sin uppkomst hafva att tacka djur. Dessa öar hafva äfven en allmän typ och betecknas af Geografer med namnet *Atoller*. — En sådan Atoll är framställd i plan. 1 fig. 2. A; denna ö, upptäckt af kapten Kotzebue och af honom kallad *Grefve Rumanzoff's ö*, hör till Radakska eller Lord Mulgrave's ögrupp. — Formen på atollerna är ringformig; en smal damm (*refvet*) innesluter en del af hafvet eller *lagunen*, som för öfrigt på många ställen har gemenskap med hafvet genom en eller flere kanaler, hvilka genomskurit dammen (se A, a, b, c). Den ringformiga dammen höjer sig blott några fot öfver hafsytan, och har icke öfverallt samma höjd; den mot passadvindarne vända sidan är mera upphöjd än de andra sidorna, isynnerhet den motsatta; denna sednare ligger till större delen så lågt, att den mera liknar ett ref, som framskjuter ur vattnet blott vid inträffande ebb. Dammens bredd öfverstiger sällan en verst.

Formen på dessa öar är stundom rund, men mest aflång; deras diameter är 1, 2, stundom 40, 50 ja till och med 100 verst. — Lagunens djuplek är i allmänhet obetydlig, och går i Stilla Hafvet till 30 famnar, men hos Indiska oceanens atoller är den något betydligare. Ifrån öns yttre kant, som vanligen slutas med en platt afsatts, nedstupar dammen mycket brant (se fig. 2. B.), så att hafvets djup, på ett obetydligt afstånd ifrån ön, är ganska stort. Genomfarter till lagunen finnas vanligen på den mot de herrskande vindarne motsatta sidan; de äro af några

famnars djup, så att fartyg kunna fara igenom till lagunen, hvarest de finna en förträfflig hamn.

Vid undersökning af dammens inre sammansättning har man bemärkt, att den består af en hvit, hård, kalkartad massa, af aldeles samma utseende, som den, hvilken bildas af sammanvuxna koraller; följaktligen är denna damm ett alster af djurriket. Öns yta är betäckt med ett tunt lager svartmylla, hvarpå växa palmer, pandaner och andra tropiska växter. Då en sjöfarande närmar sig en obekant ö af detta slag, så utvisa redan på afstånd de höga, skönt formade kokospalmerna, att ön är bebodd; och tvärtom tjenar frånvaron af denna växt såsom ett kännetecken på frånvaro af inbyggare.

Synbarligen hafva korallerna blott upphöjt atollen till hafvets niveau, och sedan hafva vågorna, i det de vid höga floder uppkastat sand, höjt den ännu några fot; detta är isynnerhet märkbart på den för vindarne öppna sidan. Hafvet har vidare tillfört hafstång, mossor och växtfrön, hvilka, i det de förruttnat på den obetäckta ytan, hafva bildat det svartmylle-lager, hvari sedermera frön af de dit förflyttade växterna kunnat gro. För det närvarande äro dessa öar betäckta med det heta klimatets yppiga vegetation, och på många, af dem har människan nedslagit sina bopålar. Det återstår att besvara den frågan: på hurudant sätt har korallbyggnaden uppstått, som tjenat till grund för dessa atoller? Några naturforskare hafva i dessa atoller sökt calderor till under vatten liggande öar, upphöjda till obetydligt djup under oceanens yta, och sedan fullbordade af korallerna; och i sjelfva verket är likheten emellan deras ringformiga gestalt och calderorna ganska anmärkningsvärd. Efter denna förklaring skulle höga och låga öar skilja sig från hvarandra blott genom sin höjd öfver hafsytan; de förre skulle vid sin bildning genast upphöjt sig öfver hafvet, de sednare åter hade qvarstadnat under vattnet och blifvit färdigbyggda till ytan af korallerna. Men i detta

fall blefve det svårt att förklara, hvarföre en sådan mängd öar äro upphöjda i vissa nejder, under det andra icke förete dylika exempel. Denna anmärkning har föranlett *Darvin*, att tvifla på sannfärdigheten af denna åsigt om atollernas uppkomst, och att utforska detta ämne noggrannare och grundligare; de resultater, hvartill hans forskningar ledt, hafva större sannolikhet för sig än andra. För att fullkomligt förstå dem, är det nödigt att kasta en blick icke allenast på utvecklingen af atollerna, utan äfven på korall-byggnaderna i allmänhet.

Fasta korallbyggnader, hvilka blott några slag af dessa djur kunna alstra, finnas endast i de tropiska hafven och nära till oceanens yta; på djup öfver 30' träffas icke mer lefvande koraller. Korallbyggnaderna kan man i allmänhet indela i tre slag: *Korall-kuster*, *Korall-ref* och *Korall-öar* eller *atoller*. Korall-kuster förekomma mest på continenternas östra sida, t. ex. på öarne i *Mexikanska viken* (*Cuba*, *Jamaika*, *Porto-Rico*, *St. Domingo*) och till och med vid 30° nordl. br. på *Bermudiska öarne*, hvarest hela kuststräckan är nästan betäckt med korallbildningar. *Korall-refven* sträcka sig vanligen på några versts afstånd parallelt med kusterna; det mellan refvet och kusten liggande hafvet har liksom atollernas laguner en djuplek från 30 till 80 famnar, under det djupet vid refvets yttre kant hastigt tilltager. — Stora korall-ref af detta slag finnas på östra kusten af *Nya Holland*, *Nya Guinea* o. a. Tredje slaget af korall-byggnader utgöra slutligen *atollerna*, hvilka vi redan beskrifvit, och hvilka, såsom vi se, hafva stor likhet med refven, från hvilka de skilja sig endast genom sin ringformiga gestalt. Sådana öar ligga vanligen i mängd vid hvarandra och bilda hela grupper, som bära gamensamma namn; sådana äro t. ex. *Radakska gruppen*, *Malediverne*, *Lakediverne* o. a. Anmärkningsvärdt är äfven deras läge i oceanerna; detta är utmärkt på kartan V, der de verkliga atollerna äro betecknade med blå, korallrefven med violett och

korallkusterna med röd färg. På denna karta se vi äfven, att det största antalet af atoller ligger i Stilla Hafvets tropiska trakter, hvarest de utbreda sig mera åt vester i en betydlig båge ända till *Sällskaps öarne*. Vidare träffa vi dem åter i Indiska oceanen, hvarest de bildat sig i större antal isynnerhet bland *Lakediverna* och *Malediverna*. I Atlantiska oceanen finnes deremot intet ref och ingen atoll, ehuru de der förekommande korall-kusterna äro byggda af samma släkten, som de, af hvilka Stilla och Indiska hafvens ref och atoller bestå. I följd häraf tror *Darvin*, att formen på korallbyggnaderua icke beror af sjelfva djurens instinkt, såsom man förut förmodade, utan af åtskilliga yttre orsaker. Enligt *Darvin's* åsigt uppföra korallerna sina byggnader i alla haf, hvarest blott temperaturen är så hög, att de kunna existera, och hvarest de finna stöd, antingen på continenternas kuster, eller på större öar, eller slutligen på höjden af ett under vattnet liggande berg, som uppskjutit temmeligen nära till hafsytan. — Om hafsytan på detta ställe icke förändrar sig, så varsna vi uppkomsten af korallkuster. Men denna beständiga höjd hos hafvets niveau påträffas icke så ofta, som det kunde tyckas oss vid första påseendet; vi få längre fram se, att landet under loppet af sekler långsamt höjer sig på några ställen öfver hafsytan, då det deremot på andra ställen sänker sig, och att dessa förändringar af kushöjden icke äro enstaka, utan sträcka sig öfver en ganska betydlig del af jordytan.

Enligt *Darvin's* mening bör man antaga, att öfverallt, der korall-ref eller atoller finnas, hafsbottnet småningom sänkt sig. Vi vilja förklara detta genom construction: lät MNO (fig. 3) föreställa en ö, som först höjt sig några fot öfver hafvets niveau AB; korallerna börja på den sina byggnader och utföra dem till hafvets niveau i C och D. Om nu hafsbottnet småningom sänker sig, så påbyggas, ehuru långsamt, de gamla korallerna af nya till den nya niveaun; och om, efter några sekler, denna niveau blir i

A'B', så framskrida korallerna till C' och D', och vi hafva ett korall-ref på något afstånd C'E och D'F från kusten. Om ön sänker sig allt mer och mer, tills den slutligen försvinner under hafsytan (som nu redan befinner sig i A'B'), så kommer af korallernas oupphörliga tillbyggnader blott kanten att höja sig öfver hafvet, som då bildar den ringformiga dammen med en lagun af obetydligt djup, såsom fallet i sjelfva verket är med atollerna. Af denna förklaring följer, att om en enstaka ö sänker sig och slutligen försvinner under hafsytan, så skall en atoll bilda sig; om deremot en ansenlig ös eller continents kust sänker sig, så blifva korall-ref följderna deraf. — Den omständighet, att atollerna äro högre på den mot vindarne vända sidan, förklaras derigenom, att djuren hellre bygga på denna sida, emedan de här lättare få den genom vindarne och vågorna ditförda för deras existence nödvändiga födan.

B. Beträktelser öfver jordens fasta yta uti vertical rigtning.

Höga och låga stäl-
lens ore-
gelbund-
na läge.

§ 10. Vid betraktandet af jordens yta i vertical rigtning finna vi, att dess flytande del nästan företer en sfers regelbundna yta, som i alla rigtningar ligger lika långt från jordens medelpunkt; och i sjelfva verket bibehåller vattnet i allmänhet sin regelbundna yta, ehuru den genom vindarnes verkan för någon tid erhåller ett böljande utseende, under det att fasta landet på skilda ställen beständigt omvexlar i höjd. Denna höjd räknas ifrån hafvets niveau och bestämmes, antingen geodetiskt eller förmedelst barometer. Uti denna afhandling vilja vi uttrycka alla höjder, enligt det allmänt antagna bruket, i pariser fot; för att få dem uttryckta i ryska, böra de gifna talen multipliceras med $\frac{11}{10}$.

Fasta landets yta företer i verticalt (orografiskt) hänseende lika många oregelbundenheter, som continenternas begränsning af hafvet i horizontelt hänseende. — Några länder äro upphöjda öfver oceanens yta blott några hundra fot,

såsom t. ex. största delen af Ryssland; andra upphöja sig i atmosfären till 26,000 f., som t. ex. topparna på Himalayabergskedjan i Indien; det ges till och med orter, som ligga lägre än hafsytan, t. ex. trakterna kring Kaspiska hafvet, hvilka efter noggranna mätningar hafva befunnits 80 fot lägre än Svartahafvet, och Döda hafvet i Syrien ligger till och med ända till 1200 fot under Medelhafvets niveau. Men huru betydliga än dessa ojemnheter på jordytan förekomma oss, äro de dock ringa i jämförelse med jordklotets halfva diameter, hvars storlek är omkring 6000 verst, under det de aldra högsta berg blott stiga till en höjd af 8 verst. — För att göra begreppet härom mera åskådligt, kan man uttrycka förhållandet mellan dessa tal dermed, att på en glob af två fots diameter kommer det högsta berg på jordytan att höja sig blott $\frac{1}{4}$ linie, d. ä. det blir litet tjockare än ett pappers-hvarf, hvarmed man omklistrar globen.

§. 11. På jordytan åtskilja vi slätter och bergländer; i förra fallet utbreder sig landet horisontelt på en större sträcka, hvarvid man dock icke bör tro, att alla dess punkter ligga i ett plan; tvärtom bör man taga det i den mening, att det, liksom hafvet vid en stark storm endast i sin helhet framställer en yta. På samma sätt möter man i bergländer vaxelvis berg och dalar.

Bland slätter åtskiljer man: *plateauer* eller *högslätter* och *lågslätter*. Visserligen äro dessa benämningar blott relativa; en slätt kan i jämförelse med det kringliggande landet betraktas såsom hög, under det att samma slätt i jämförelse med en annan ort kan kallas lågslätt; men i allmänhet är det antaget, att för högslätt kalla en sådan plateau, som har en absolut höjd öfver hafvet af 1000 fot.

Bergens eller i allmänhet högländernas höjd bestämmes på två sätt; antingen betraktas bergshöjden i förhållande till slätten, öfver hvilken den upphöjer sig; denna jämförelse ger dess *relativa höjd*. Eller betraktas den hänförd

till oceanens yta, hvarigenom man får bergets *absoluta höjd*. Af bergens relativa höjd beror traktens karakter, och af den absoluta bero klimatologiska företeelser och växtrikets utbildning.

En *bergskedja* eller *bergsrygg* är en förening af flere berg till ett system, skildt från alla andra systemer genom vissa kännetecken. Dalar kallas fördjupningar mellan bergen; de kallas *längddalar*, om de löpa parallelt med bergskedjans sträckning, men, om deras riktning är vinkelrät eller nästan vinkelrät emot kedjans hufvudrigtning, så kallas de *tvärdalar*.

§ 12. I äldre tider, då man ännu icke ägde noggrann Bergens
oregel-
bundna
läge. kännedom om bergens riktningar och deras höjd, försökte man finna någon allmän lag för begryggarnes läge; man gick ända derhän, att man antog för jordens-benstomme de berg, som bestå af fasta berg-arter, och i detta skelett, liksom i alla djurskeletter, försökte finna en regelbunden bildning. Så antog man efter *Buache*, att bergskedjorna sprida sig lik radier från några central-höjder, i det de utbreda sig åt alla håll, och till och med öfver hafven under hafsytan; eller förmodade man enligt *Buffon*, att alla bergkedjor böra löpa i meridianernas eller parallelcirklarnes riktning, och sålunda dela jordytan i rätvinkliga rymder, hvilka till och med fingo egna benämningar. Dessa theoretiska hypotheser, grundade på enskilda observationer öfver ställen, som voro kända endast af upptäckarne, blefvo äfven tillämpade på dåvarande geografers kartor, och af denna orsak finna vi på äldre kartor en trakt kring Waldai, såsom gränsen mellan många flodsystemer, utmärkt genom höga berg, under det här den högsta punkt ej uppnår en höjd af 1200 fot. Endast talrika undersökningar, verkställda under det sednaste århundradet öfver alla tillgängliga trakter på jordytan, hafva vederlagt alla dessa äldre lärdas hypotheser, och gifvit oss ett riktigt begrepp om jordytans orografiska gestalt, och som icke stöder sig på hypotheser, utan är grundadt på verkliga observationer.

Dessa undersökningar hafva visat, att intet samband mellan jordytans bergskedjor finnes, utan att de deremot sönderfalla i många enskilda systemer, af hvilka hvarje ganska skarpt skiljer sig från de andra, såväl genom sin riktning, som genom sin inre geognostiska sammansättning. — Men derjemte äro de allmänna lagarne för alla bergssystemers bildning lika, och denna deras gemensamma karakter är för oss mest intressant.

§ 13. Ett *bergssystem*, en *bergs-kedja* eller *bergsrygg* företer i sin grundform bilden af ett trekantigt prisma, som med sin ena sida stöder sig emot jorden och med dess motstående kant är vändt uppåt; denna kant kallas bergsryggens *kam*, och de sluttande sidorna bergets *sluttningar*. Men bergets kam företer på långt när icke den regelbundenhet, som kanten på ett prisma; tvärtom höjer den sig på några ställen betydligt och bildar *bergstoppar*, på andra deremot sänker den sig och bildar så kallade *bergspass*. Bergens sluttningar förete äfven många oregelbundenheter; deras yta är genomskuren af en mängd fördjupningar, hvilka bilda lika många *tvärdalar*.

Beskrifning öfver Bergens allmänna karakter.

Af det ofvansagde är således klart, att kammen är en linie, som förenar alla bergskedjans högsta punkter, och derföre är hon en naturlig vattendelare; ty det från atmosfären nedfallande vattnet rinner ovillkorligt längs kammens ena sida åt ett, och längs den andra åt ett annat håll. Om kammen vore en oafbruten linie, så skulle den alltid sammanfalla med vattendelaren, hvilket äfven stundom inträffar; likväl få vi längre fram se undantag. Exempel på oafbrutet fortlöpande kammar äro: *Pyreneerna*, *Thúringerswald*, der den smala kammen är så jemn, att den begagnas till väg under namn af Rennstieg. Vidare höra hit: *Riesengebirge*, som skiljer Böhmen från Schlesien, norra delen af *Skandinaviska bergen*, börjandes från *Fämund sjön* (63° n. b.) till *Nord-cap*. I alla dessa bergskedjor äro bergskammarne äfven vattendelare.

Uti bergskedjorna finnes oftast icke allenast en, utan två, tre eller flere parallelltöpande kammar; bland dem utgöres hufvud-kammen än af den ena, än af den andra, i det de höja sig öfver hvarandra. Detta finna vi bland *Alperna*, i *Jura*, i *Södra-Cordillerna*; de seduare utgrena sig ofta i tvenne, till och med i tre parallela kammar, af hvilka än den vestra, än den östra är förherskande i höjd.

Bergs-
sluttnin-
gar.

Bergsslutningarne förete icke samma lutning åt bägge sidor, hvarvid är anmärkningsvärdt, att, då kedjans rigtning är från Öster till Vester, den södra slutningen nästan alltid är brantare än den norra, under det att vid bergskedjans rigtning från Norr till Söder den vestra slutningen är brantare än den östra. Som exempel på det förra tjena *Pyreneerna*, *Alperna*, *Erzgebirge*, *Riesengebirge*, *Himalaya-kedjan* o. a. Men det gifves äfven undantag t. ex. *Kaukasiska bergen*, *Venezuela-bergen* o. a. För det andra tjena som exempel *Cordillererna* och *Skandinaviska bergen*.

Vid jämförelse af sluttningsarnes lutning hos parallela bergskedjor har man, i hänseende till karakteren hos bergens gestalt, gjort en ojemförligt viktigare anmärkning, än lutningarnes beroende af kedjornas rigtning, emedan den tjennar oss till bekräftelse på den allmänt antagna åsigten om bergens uppkomst. Man har nämligen anmärkt, att hos parallela bergskedjor de sluttningar, som vetta emot hufvudkammen, alltid äro brantare än de motsatta sluttningarne; derjemte är vid undersökning af dessa bergskedjors inre structur synligt, att de lager, som bilda dessa berg, äro på den mindre branta och från hufvudkammen bortvända sidan parallela med sluttningarne, men på de motsatta sluttningarne visa de sig liksom vinkelrät genombrutna. Fig. 4 visar en tvärgenomskärning af en sådan kedja, bestående af tre parallela bergsryggar. BM och CN äro de mindre branta sluttningarne, med hvilka lagrens rigtning sammanfaller; BD och CE äro de branta sluttningarna, hvilka genomskära lagren perpendikulärt. Den inre hufvudkammen DAE

består till större delen af aldeles annan bergart, än de när-
liggande bergskedjorna.

§ 14. *Bergstopparne* visa sig i ganska olika gestalter; Bergs-
toppar.
vid en noggrann undersökning finna vi, att denna deras
olikhet företrädesvis beror af de bergarter, hvaraf dessa top-
par bestå. Om de utgöras af hård granit, gneis, porfyr,
kalksten o. d. — det är af bergarter, som icke lätt förstör-
ras genom luftens och vattnets inverkan, — så är deras
gestalt spetsig, och de erhålla då åtskilliga benämningar, så-
som: nålar (Nadeln, Aiguilles), horn (Hörner) m. m. Om
de bestå af lätt förstörbara bergarter, såsom t. ex. af sand-
sten, så afrundas deras toppar, och då få de utseende af
långsamt uppstigande sluttningar eller ofantliga kupoler (Dom).
Topparne i Alperna tjena som exempel på spetsiga toppar af
första slaget, bergen i Norra Tyskland (t. ex. *Brocken*)
för toppar af andra slaget. En med andra aldeles olika
form förete vulkanerna, af hvilka de nya, ännu verksamma,
hafva utseende af en fullständig con, då de gamla, länge-
sedan slocknade, hafva form af en stympad- eller afrundad
con. Vanligen höja sig topparne på sjelfva kedjans kam och
bilda dess högsta punkter; men oftast ligga de äfven på si-
dan, afskilda från sjelfva kammen; så t. ex. utgör i Alperna
Mont-Blanc, med några dess kringliggande berg, en egen från
hufvudkedjan aldeles afskild grupp; de högsta bergstopparne i
Pyreneerna, *Mont-Perdu* och *Maladetta*, ligga äfven afskildt
på södra sidan om kedjan. Stundom omgifva kammens huf-
vud toppar ringformigt en rund och djup dal, som t. ex.
Mont-Rosa, som troligen ock deraf fått sitt namn, att höga
toppar här sluta sig kring en rund dal af $8\frac{1}{2}$ versts bredd, lik-
som bladen på en ros kringsluta dess fruktfäste. Den högsta
af dessa toppar stiger till en höjd af 14220 fot och är der-
före blott 500 fot lägre än *Mont-Blanc*.

§ 15. En mot bergstopparne motsatt företeelse utgöra Bergspass.
bergspassen, d. ä. de ställen, der bergskammen sänker sig lägst
ner. Dessa pass äro icke endast derföre vigtiga, att bergs-

ryggens gestalt väsendtligen af dem heror, utan äfven derföre, att minnen af historiska nationers vigtigaste händelser oftast äro med dem förenade, såsom t. ex. Hannibals, Napoleons och andras fälttåg. — Då höga, svårt öfverstiglga kammar åtskilja folkslag mera än sjelfva oceanerna, så förete bergspassen de enda communications-vägarne.

Dessa bergspass äro till större delen branta och djupt inskurna tvärdalar; de genomskära kammen vinkelrät mot dess riktning, och slingra sig på några versts längd öfver dess mest dystra del, och oftast förbi de högsta kamtopparne. På passets botten rinna bergsströmmar, längs den ena sidan åt ett, längs den andra åt ett annat håll. En smal stig leder oftast längs ena stranden af dessa strömmar, öfvergående än på den ena än på den andra sidan, under det den motsatta stranden höjer sig brant upp till skyarna. I sådana pass möter vandraren på hvarje steg otroliga svårigheter, och med möda uppnår han endast efter många ansträngningar utgången på den motsatta sidan. Sådant är t. ex. det smala St. Gotthards passet, som leder från Tyskland till Italien. Från norra sidan uppstiger vandraren under loppet af 8 timmar längs den strida Reuss-dalen till passets topp, hvarest han möter det berömda klostret Hospiz; derefter, nedstigande på södra sidan längs den ännu brantare Ticino-dalen, uppnår han slutligen passets slut, hvarest hans blick redan träffas af norra Italiens sköna slätter med dess pittoreska sjö, Lago-Maggiore, för oss bekant genom så många beskrifningar. Endast i mindre berg inträffar det, att vandraren kommande till passets höjd efter några steg öfverstiger på den motsatta sidan; som exempel derpå må tjena bergspasset, som genomskär berget på ön Woahu (en af Sandwichs-öarne).

Erkännande hela vigten af communicationsvägar och följande Napoleons exempel, har man i Alperna öfver dylika pass byggt utmärkta vägar, så att man i närvarande tid med

stor bekvämlighet kan färdas på dem till Italien, såväl från Frankrike, som från Tyskland.

Det är anmärkningsvärdt, att åtskilliga pass i Alperna ligga nästan på en och samma höjd, nämligen mellan 6000 och 7500 fot öfver hafsytan. *Humboldt* har visat, såväl genom sina talrika mätningar i Cordillererna, som genom andra resandes observationer, att samma företeelse förekommer äfven på andra höga bergsryggar, och han har härtill laggt den anmärkning, att i många bergskedjor förhållandet mellan kammens medelhöjd och höjden af de högsta topparne är ett constant tal. Sålunda finna vi:

	kammens höjd	toppens	deras förhållande
i Alperna	7200	14764	= 1 : 2
i Pyreneerna	7302	10722	= 1 : 1,4
i Cordillererna	11100	21000	= 1 : 1,9
i Himalaya	14600	26340	= 1 : 1,8
i Kaukasus	7980	16700	= 1 : 2

Häraf ses, att förhållandet mellan kammens och toppens höjd nästan i alla berg närmar sig till 1 : 2, och att endast i Pyreneerna detta förhållande är betydligt mindre. Dervid kan man anmärka, att topparnes höjd i Pyreneerna är nästan lika med kammens höjd i Cordillererna, och Alpernas toppar lika med kammen i Himalaya.

§ 16. En noggrann beskrifning öfver de särskilda bergen på jordytan, deras benämningar och läge tillhör *Geografin*; vi vilja här nöja oss med endast en öfversigt af ^{Bergskedjornas läge på} ~~jordytan.~~ hufvud-bergsryggarne i de särskilda verldsdelarne.

Australien. På Australiens continent d. ä Nya Holland ^{Austra-} ~~lien.~~ känna vi blott kusterna, och af dem endast de på den Sydostliga sidan. Icke långt från kusterna och med dem i parallel rigtning sträcka sig här *Blåa bergen*, med en medelhöjd af 2000 fot och toppar af 3500 fots höjd. Hvad det inre af continenten beträffar, är det oss aldeles obekant, om den är upptagen af höga berg, eller utgöres af en högslätt eller en stor sjö.

Australiska archipelagen består, såsom vi redan sett, till en del af continental-, samt till en del af höga och låga hafsöar. Det högsta berg på continental-öarne är *Egmont* (14000 fot) på ön Nya Seeland. På de runda hafsöarne uppnå de icke mindre höjd, så t. ex. *Mauna-Roah*, på den största af Sandwichs-öarne, som höjer sig till 15000 f., *Oroenna* på Otaheiti till 11500 fot.

Afrika.

§ 17. *Afrika* (Se kartan V). Afrika företeer en stor enformighet så väl i horizontelt, som orografiskt hänseende. Dess södra del utgör (till 10° s. br.), så mycket resande hafva hunnit undersöka den, en mot Atlantiska och Indiska Oceanerna i terrass-form stupande jemn plateau; denna dess terrassformiga gestalt är på södra kantens kuststräcka kring Goda Hopps udden bäst känd. Hvarje af dessa terrasser är vid kanten begränsad af en bergskedja, hvilken derföre från sin inre sida visar sig mindre hög, än från kustsidan. Hvad sjelfva de inre delarne af continenten beträffar, så äro de af oss ganska litet kända. Från Södra Afrikas högland sträcker sig åt norr (från 10° till 25—30° n. b.) en ofantlig sand-slätt, *Sahara*, som stryker genom hela inre Afrika. Från tvenne sidor inskjuta i den tvenne bergländer: i Vester det bergiga *Sudan*, i Öster de höga *Abyssiniska* eller *Habessiniska* bergen. På Sudan-bergen upptrinner den ända hittills icke fullkomligt kända *Niger*-eller *Quorra*-floden, och på Abyssinska bergen upptrinner *Nilen*, eller åtminstone en af dess grenar, *Blåa Nilen*, medan dess andra tillflöde, *Hvita Nilen*, tager sin början mer i Afrikas inre delar. Slutligen höjer sig i NV. från Sahara ytan ånyo till det höga *Atlas*, afskildt från sandöknen genom en flack landsträcka, *Biledul-Gerid*, som är betäckt med en beständig vegetation.

Amerika.

§ 18. *Amerika* (Se kartan II). Denna verldsdel är för oss näst Europa den mest bekanta, så väl i orografiskt, som i andra hänseenden; derför ha vi att tacka många resandes beskrifningar och isynnerhet *Humboldts* undersökningar.

Amerikas hög- och låg-länder äro helt annorlunda belägna än Afrikas; i Afrika ligga de i Söder och Norr, medan de i Amerika ligga i Vester och Öster.

Enligt Humboldt kan man i Amerika åtskilja fem särskilda bergsryggar: 1) *Cordillererna*, 2) *Sierra-Nevada-de-Santa-Marta*, 3) *Sierra-la-Parime*, 4) *Brasilianska bergen* och 5) *Alleghany bergen*.

1. *Cordillererna* hvilka genomlöpa Amerikas hela continent på en utsträckning af 2000 geografiska mil, börjandes från Eldslandets yttersta bergiga öar till Mackenzie-flodens mynning, höra till de högsta berg och längsta kammar på hela jorden. I Södra Amerika bära dessa berg namnet *Cordilleras-de-los-Andes*; de taga sin början från Patagoniens södra kant och löpa längs hela vestra kusten på ett afstånd af omkring 100 verst från hafvet; på hela sin utsträckning bibehålla de gestalten af en oafbruten kedja, med en medelhöjd af 9000'—10000', samt äro betäckta med evig snö. Vid denna ofantliga höjd uppnår deras bredd i Södra delen knappt 100 verst, och är följaktligen mycket mindre än Alpernas bredd. En sådan hopträngd gestalt bibehålla *Cordillererna* under sin strykning genom Patagonien, Chili och södra Peru, till nära 20½ sydl. br.; derunder höjer sig dock kammen allt mer och mer. Vid denna bredd börjas vid Potosi bergsryggens första utgrening i tvenne parallela kedjor, en foreteelse, som karakteriserar Södra Amerikas *Cordillerer*, och som enligt Humboldt förnyar sig ialles 9 gånger. Längre mot Norr hoplöpa de parallela kedjorna ånyo, synbarligen endast, för att ånyo sprida sig; i förenings-punkten bilda de en dyster, vild bergstrakt, som af Humboldt kallas *bergs-knuten* (Gebirgsknoten). Mellan bergsryggarne löpa längddalar, hvilkas botten ligga på betydlig höjd öfver hafsytan, och hvilka derföre, oaktadt de ligga i de varmaste tropiska trakter, utmärka sig genom ett tempereradt och sundt klimat. Bland dessa höga dalar äro i synnerhet tvenne kända, nämligen sjön *Titicacus* högdal (mel-

lan 20° och 15° sydl. br.) och högslätten *Quito*, som ligger nästan under eqvatorn (mellan 1° n och 3½° s. br.). Hög-dalen *Titicaca* är den största af alla Södra Amerikas högdalar; den upptager en rymd af 60000 qv. verst, och dess lägsta punkt har en absolut höjd af 11800', följakteligen högre än Piken på Teneriffa. Den norra delen af denna dal upptages af sjön Titicaca, hvars yta är 20 ggr större än ytan på Genever-sjön. De berg, som på östra sidan omgifva dalen, äro alla af vulkaniskt ursprung, och hafva på många ställen en höjd af ända till 20000 f. (*Illimani* 19850' och *Nevada-de-Sorata* 20000'). Men de högsta topparna tillsluta dalen åt vester, der toppen *Sahama* enligt de nyaste mätningar har en absolut höjd af 21000 fot. Hög-dalen *Quito* ligger mellan bergsknutarne *Loxa* och *Los-Pastos*; den har i längd 385 och i bredd omkring 25 verst. Enligt uppdrag af Fransyska regeringen blef der en gradmätning verkställd år 1735, som gaf oss det första rigtiga begreppet om jordklotets afplattning. På de omgifvande bergsryggarne finnas ganska höga toppar; på vestra kammen höjer sig det ofantliga *Chimborazo* till 20100', *Pichincha* till 14900'; och på den östra *Cotopaxi* till 17700', samt den ännu verksamma vulkanen *Antisana* till 18000' o. a.

Norr om bergsknuten *Los-Pastos* dela sig Cordillererna i tre grenar, af hvilka den östra erhåller namnet *Venezuela-bergen* och sträcker sig till ön *Trinidad*. På den medlersta höjer sig *Pic-de-Tolima* 17400', den högsta bergs-topp på dessa kedjor. Denna medlersta kedja sänker sig småningom och försvinner under 5° och 6° n. br. Den vestra grenen är till sin höjd ganska obetydlig, (omkring 5000 f.) men af vikt genom sin rikedom på metaller (guld, platina, m. m.). Denna kedja förenar sig med den medlersta i bergstrakten *Antioxi*, och derefter börjar den småningom att sänka sig, samt förlorar sig i kullar i riktning åt *Panama-näset*. Häraf följer, att Norra Amerikas bergskedjor äro genom det låga *Panama-näset* aldeles afskilda från Södra Ame-

rikas Cordillerer. I Norra Amerika hafva Cordillererna i början en obetydlig höjd, omkring 600 f.; men de begynna härifrån att hastigt höja sig, och *Guatimalas* vulkaniska toppar uppnå redan 12000 fots höjd; af dem hade *Cosiguia* ännu år 1835 ett starkt utbrott. Här håller sig ännu kedjan i närheten af vestra kusten, tills den ingår på *Mexikanska* området, der kammen redan i midten mellan bägge kusterna uppnår sin största höjd. Vid 19° bredd innesluter denna kedja liksom i en ring tvenne sjöar, mellan hvilka ligger den praktfulla hufvudstaden *Mexiko*; på den omgifvande ringen höjer sig öfver andra toppar vulkanen *Popocatepetl* till en höjd af 16600'. Längre mot Norr sträcker sig bergskedjan odelad till staden *Santa-fé-del-Norte* och i denna del af kedjan finnas de rika silfvergrufvorna *Guanaxuato* och *Zacatecas*. Vid *Guanaxuato* delar sig bergsryggen i tre grenar, af hvilka den östra vänder sig till provinsen *Texas*, och bildar mellan floderna *Mississippi* och *Arkansas* kedjan *Ozark*, som har 2000 fots höjd. Den medlersta grenen går under namn af *Klippbergen* (*Rocky-Mountains*) rakt mot norr mellan floderna *Mississippi* och *Columbia*. Den har här (mellan 47° och 54° n. br.) toppar af 15000 fot, och uppnår slutligen vid 70° Ishafvets kuster vid *Mackenzie*-flodens mynning. Den vestra grenen löper genom provinsen *Guadalaxara*, der den förenar sig med *Californiska* bergen och sträcker sig längs kusten till halfön *Alaschka* under geografiska benämningen *Amerikanska sjö-Alperna*. I närheten af denna halfö befinner sig den ofantliga toppen *S:t Elias* 16700' och berget *Fair Weather* 13800'; slutligen fortsättes kedjan längs *Aleutiska* öarne och förenar sig genom dem med *Asiens* berg.

2. De höga bergen *Sierra-Nevada-de-Santa-Marta* ligga i Södra Amerikas nordligaste del; till längd äro de obetydliga, men i höjd tillhöra de jordklotets högsta berg, emedan deras enstaka toppar uppgå 18000 fots höjd. Ehuru denna bergsrygg ligger nära till *Venezuela-Cordillererna*, är den

dock skild från dem, så väl genom sitt läge, som geognostisk sammansättning

3. *La-Parime*-gruppen upptager större delen af det fordna *Spanska Guiana*. Dessa berg skilja de norr om dem liggande grässtepperna eller nedra *Orinocos* Lhanos från *Amazon*-slättens urskogar; mot Öster gå de ganska nära Atlantiska oceanen. Denna kedja består af flere parallel-kedjor, hvilkas allmänna riktning löper från WNW till OSO, och är derföre nästan vinkelrät emot Cordillererna. Deras högsta topp *Pic-de-Duida* är blott 7800' hög.

4. *Brasilianska bergen* ansåg man först som en gren af Cordillererna, men enligt nyare undersökningar hafva de visat sig såsom från dem aldeles atskilda. Tre parallela kedjor följa Cordillerernas riktning. Den högsta toppen *Itamba* har 5600' höjd. Denna kedja åtskiljer *Amazon-flodens* skogiga slätter från stepp-slätterna eller *La-Plata* flodens *Pampas*.

5. *Alleghany-bergen* ligga i *Förenta-Staterna* mellan floderne *Mississippi* och *S:t Lorenz* (37°—47° n. br.); de löpa från SW till NO; deras högsta topp, *Washington*, (Mount Washington) höjer sig till 6240 fot. Mellan dessa berg och Klippbergen ligga ofantliga slätter eller *Mississippiflodens Savanner*. Mot norr från *Alleghany-bergen* utbreder sig en icke mindre ofantlig slätt ända till Ishafvet.

Slutligen böre vi i Amerika ännu omnämna de berg, som under namn af *Blåa bergen* löpa längs stora Antilliska öarna, och hvilka på *Jamaika* hafva 6300 fots höjd.

§ 19. *Asien*. (Se Kartan III). Asien. *Asien* skiljer sig i orografiskt hänseende från *Afrika* derigenom, att den icke sönderfaller liksom den sednare i en hög och en låg hälft, samt från *Amerika* derigenom, att dess berg ej stryka längs kusten, utan att deras högsta delar tvärtom utsträcka sig från SW till NO genom sjelfva midten af hela continenten, börjandes från mindre *Asien* och *Arabien*, samt slutandes i *Kamtschatka*, *China* och *Cochinchina*. Bergmassorna i *Asien*

utbreda sig, i det de stryka längs hela dess inre del i riktning från Vester åt Öster, allt mer och mer; endast på ett ställe, mellan Kaspiska hafvets insänkningar och Ost-Indien, liksom hopdraga sig bergstrakterna i den smala kammen *Hindu-kuh*. Derföre utgör Hindukuh liksom en brygga mellan tvenne genom den afskilda plateauer, af hvilka den ena kallas den främre eller vestra, och den andra den bakre eller östra.

Enligt Humboldts antydning utsträcker sig genom hela Asiens continent från V. till Ö. under 36° n. b. en nästan oafbruten kedja af ofantliga bergsryggar. Dessa ryggar börjas med *Taurus*-bergen i Mindre Asien, och afbrytas endast på en mindre utsträckning vid sjön *Wan* söder om Ararat; derpå höja de sig ånyo, och S. om Kaspiska hafvet bland *Elburs*-bergen uppnår vulkanen *Demavend* en höjd af 13800 fot. Öfvergående i bergen Hindukuh (19000'), bilda dessa berg längre mot öster Tibets ofantliga bergsrygg under namnet *Küen-lün*, och öfvergå slutligen i China i kammen *Nan-ling*, hvilken löper i samma riktning ända till Chinesiska hafvet. Från Hindukuh mera mot S. afdelar sig en annan bergsrygg, hvilken dock snart i riktning från V. till Ö. blir parallel med *Küen-lün*, och som innehåller de högsta toppar på hela jorden. Detta är *Himalaya*-bergen, som åtskilja Ostindien och Tibet. Af dess många toppar äro *Dhavalagiri* (26500') och *Dshavagiri* (24100') de bekantaste. Medlersta Asiens tredje bergsrygg, parallel med de bägge förra, framstryker norr om *Küen-lün* vid 43° n. br. under namnet *Thian-Schan* eller *Himmels-berget*, och har äfven höga toppar, hvilkas höjd likväl ej är med noggrannhet mätt. Vulkanerna *Peschan* och *Hotscheu* i dessa berg, af hvilka åtminstone den förra ännu är verksam, förete det enda exempel på verksamma vulkaner, som ligga på ett större afstånd från hafvet i det inre af en continent. Slutligen, än mer mot Norr, framstryka *Altai*-bergen, den fjerde parallel-kedjan, som mot Norr begränsa det inre af Asien, och som sänka

sig med sina norra sluttningar mot Sibliens slätter. Hög-Asien är i vester afskildt från *Kaspiska-hafvets* och *Aral-sjöns* slätter genom en bergskedja, som sträcker sig från N. till S. under det geografiska namnet *Belur-Dagh*. Från *Altai-bergen* åt Söder utbreder sig genom hela medlersta Asien till nära *Hindukuh* en vidsträkt högslätt, afbruten endast genom *Küen-lün* och *Tian-Schan-bergen*; denna steniga stepp-plateau bär i sina vstra delar namnet *Gobi*. I öster från medlersta Asien och i China äro bergens lägen icke fullkomligt kända, men efter alla underrättelser tyckas de vara ännu mera invecklade, än på de af oss redan betraktade ställen.

Åt Söder från *Hindukuh* utskjuter, liksom en fortsättning af *Belur-Dagh*, en bergskedja under namn af *Soliman-bergen*; den bildar högslätten *Irans* östra kant. Vester om denne finnes ännu en högslätt, hvilken kan anses som fortsättning af den förut omnämnda högslätten *Gobi*, och skiljes från denne blott genom *Hindukuh-bergen*; denna plateau sträcker sig längre i SW och utlöper i Arabien. Sålunda löper genom hela det inre af Asien i riktning från SW till NO en ofantlig högslätt, men som dock på många ställen är genomskuren af de högsta bergsryggar. Denna högslätt är på NV-sidan begränsad af *Turans* lågslätter, hvilka kring *Kaspiska hafvet* sänka sig 80' under hafs-ytan, samt i N. af Sibliens slätter, som hafva en höjd af 500'—1000' öfver hafsytan; härifrån bör undantagas endast *Ob's* flodsystem, som icke höjer sig öfver 100' eller 200', så att några icke utan skäl antaga, att här förut fanns en förening mellan *Kaspiska hafvets* bassin och *Norra Oceanen*. I Öster äro Sibliens slätter begränsade af *Stanovoi-* och *Jabloni-*kedjorna, i vester af *Ural* och i SW af *Kaukasiska* bergen. *Ural-bergen* bilda N. om *Jekaterinenburg* en enda kedja, som ända till *Ishafvet* stryker i riktning från S. till N, och på ett afstånd af 50 verst derifrån slutas med *Constantinov-kamen*; mera mot NV. utlöper slutligen från denne

en aldeles afskild rad af kullar, *Paihoi*, som slutas vid Wai-gats-sundet. S. om Jekaterinenburg dela sig Uralska bergen i tre kedjor, hvilka, i det de småningom sänka sig, förlora sig i Turanska slätten. Det högsta berget på Ural är *Iremel* (4760'), och ligger i dess södra del. *Kaukasus*-kedjan tillhör de högsta berg på jordklotet; den sträcker sig i riktning från NV till SO längs näset mellan Kaspiska och Svarta hafven, och bildar ett från alla andra berg afskildt system. Dess högsta toppar äro: *Elburus* (17300') och *Kasbek* (15500'). I Armenien möta vi söder om Kaukasus toppen *Ararat's* (15600') vulkaniska system, aldeles afskildt från andra berg.

Slutligen böra bland Asiens berg ännu omnämnas *Dekans* berg i *Hindostan*, hvilka på den vestra, *Malabariska*, kusten kallas de vestra och på den östra, *Koromandel*, de östra *Gaths*-bergen; de förra äro högre än de sednare, och, som vi längre fram få se, hafva de ett väsendtligt in-flutande på Ost-Indiens klimat.

§ 20. *Europa*. (Se Kartan IV). Europas orografiska ^{Europa.} bildning är aldeles olik Asiens. Vi hafva redan omnämnt dess artikulerade gestalt, till följe hvaraf denna continent i S. och W. bildar en mängd öar och halföar; derföre kan man vid betraktelsen af denna continent afskilja dess continental del från öarne och halföarne. De sednare äro mer eller mindre bergiga; continental del sönderfaller åter i en sydvestlig, bergig, och en nordostlig, låg, hälft. En linie, dragen från Rheins mynningar till Dnjjesterns, bildar gränslinien mellan bägge hälfterna; af dem utgöres den flacka, betydligt vidsträcktare delen venster om Weichseln af Norra Tysklands slätter; höger om denna flod ända till Ural utsträcka sig Rysslands lågslätter med sina vidsträckta stepper. Ural-kammen åtskiljer Rysslands slätter från Sibiriens, hvilka äro med de förra aldeles lika till bildning.

Europas höga continental del består af de höga *Alperna*, hvilka i V, N och Ö äro omgifna af Frausyska, Tyska

och Karpatiska bergen. Hufvudrigtningen hos de bergsryggar, som bilda Alpernas kedja, sträcker sig från VSV till ONO på en utsträckning af 12°; dessa bergryggar stupa betydligt brantare åt S. mot Po-flodens slätter i norra Italien, än mot Norr. Bland Alperna åtskiljer man tre hufvuddelar:

1. *Central-Alperna* från *Mont-Blanc* till *Brenner-passet* i Tyrolen. Den högsta och dystraste delen af dessa Alper ligger i V., der de högsta topparne äro: *Mont-Blanc* (14800') och *Mont-Rosa* (14400'); vidare höra hit *S:t Gothards-berget* (10000'), invid hvilket den ryktbara vägen öfver bergspasset af samma namn förenar Tyskland med Italien. — I N. parallelt med denna hufvud-kedja, sträcka sig *Berner-Alperna* med de höga topparne *Jungfrau*, *Schreckhorn*, *Finsteraarhorn* o. a. hvilkas höjd uppnår 13000'; i S. parallelt med hufvudkammens ostliga delar löpa *Ortles-* och *Trienter-Alperna*.

2. *Vest-Alperna* sträcka sig från *Mont-Blanc* mot S. till *Liguriska hafvet* och hafva toppar till 12000'; i de sydligaste delarne kallas de *Sjö-Alperna*.

3. *Ost-Alperna* sträcka sig mot Ö. till Wien, i det de småningom sänka sig till 3000 fot.

Alp-kedjan omgifves af en vidsträckt bergkrans. Mot Ö. framstryka i Ungern *Karpatherna* med toppar (*Tatra*) af 8100'; i Tyskland finna vi *die Rauhe-Alp*, *Schwarzwald*, *Erzgebirge*, *Böhmer-wald*, *Fichtel-gebirge*, *Thüringer-wald*, *Harz*, *Sudeterna*, alla betydligt lägre än Alperna, emedan deras högsta toppar endast hafva en höjd af 3000'—4000'; så går t. ex. höjden af det bekanta *Brocken* icke öfver 3500'. Slutligen hafva vi i Frankrike *Vogeserna*, *Hundsrück*, *Eifel*, *Jura-bergen*, *Forez-bergen*, *Sevennerna* och *Mont d'or*; höjden hos dessa berg är omkring 5000'.

Dessa berg uppfylla nästan helt och hållet hela rymden af det höga continentala Europa; vi anträffa der endast tre låg-länder: *Fransyska låg-slätten*, mellan det bergiga *Bretagne* (800' till 1000') och Fransyska bergen, *nedra*

Donau-slätten och slutligen *Po-flodens slätt* i Lombardiet. Men storleken af dessa slätter är obetydlig; ty den första och största af dem upptager endast en rymd af 4000 qv, mil.

Europas öar och halföar, hvilka vi betrakta skildt från continenten, äro nästan alla bergiga; Bergen på Grekiska halfön äro parallel-kedjor, såsom *Balkan* (3000') och *Lach-ska* bergen, på hvilka det gamla *Olympus* uppnår en höjd af 6120'. I Italien stryka från N. till S, *Apenninerna*, en gren af *Alperna*, och uppnå i *Abruzzo*-bergen sin högsta höjd i *Gransasso-d'Italia* (8880'). Aldeles afskilda från dem höja sig Vulkanerna *Vesuvius* (3695') i trakten af Neapel, och *Aetna* (10200') på Sicilien. Pyreneiska halfön har erhållit sitt namn af *Pyreneiska*-bergen, som åtskilja halfön från Frankrike, och som i topparne *Mont Perdu* och *Maladetta* höja sig till 10500'. I sitt inre bildar denna halfö terrasser, afskilda från hvarandra genom bergsryggar, hvilka för öfrigt äro lägre än Pyreneerna; endast längst i Södern uppnår *Sierra Nevada* samma höjd. Stor Brittanien är äfven bergigt, ehuru här icke finnas höga toppar; hufvud-kedjorna äro: *Walesbergen* (3000'), med toppen *Snowdon* (3340'), *Cheviot*-(3300') och *Grampian*-bergen (4300'). Slutligen är Skandinaviska halfön i riktning från N. till S. genomskuren af höga bergsryggar, hvilka i olika trakter bära olika namn: *Lappska* bergen (2000'), *Kölen* (3000'), *Dovre*fjeld (3500); högsta toppen på *Dovre*fjeld är *Snöhättan* (7099').

§ 21. Vi hafva redan sett och få i det följande än bättre se, att såväl bergsryggarne som sjelfva continenterna hafva blifvit upphöjda ur hafvet genom inre krafter; derföre gifver oss en jemförelse af de upphöjda massorna i hvarje continent jemförande begrepp för bestämmandet af de i hvarje continent verkande krafterna. Humboldt har bemödat sig att inhemta den noggrannaste kunskap om massorna hos åtskilliga bergssystemer, och han har uträknat, hvilken höjd ett utströdt lager skulle upptaga, om man skulle strö bergen

Continen-
ternas
tyngd-
punkt.

i hvarje verldsdel jemnhögt öfver den motsvarande continentens yta; han har härvid funnit, att continenternas *tyngdpunkt* befinner sig för:

Europa, på en höjd af	630 fot.
Norra Amerika „ „	702 „
Asien „ „	1062 „
Södra Amerika „ „	1080 „

Häraf ses lätt, att Södra Amerika har varit underkastadt inverkan af större höjande krafter, än alla andra verldsdelar.



II Kapitlet.

OM JORDSKORPANS INRE BESTÅNDSDELAR. (Geologie.)

§ 22. Vi hafva i föregående Capitel sett, att continenternas typ i förhållande till oceanerna icke företer någon regelbundenhet i bildningen, utan att enligt all sannolikhet continental-öarna böra betraktas som lösryckta delar från de närmaste kusterna. Detta tvingar oss till den förmodan, att vid continenternas bildning krafter verkat, hvilka förhindrat fenomenets regelbundna gång och varit orsaken till viktiga revolutioner. Noggranna observationer öfver fasta ytans danning bekräfta fullkomligt en sådan slutsats. Revolutioner,
som förändrat
jordytan.

På de oss omgifvande stora slätterna och i allmänhet på nordöstra Europas slätt finna vi på de ställen, hvarest ytan afhöljer sitt inre (t. ex. på stränderna af djupt inskurna floder), att marken till största delen är bildad af horisontella lager, bestående af sand, förvittringar och i allmänhet af sådana ämnen, hvilka endast kunna uppkomma genom förstöring af fasta stenartade massor, sådana som utgöra bergsryggarnes beståndsdelar. På deras yta ligga talrika granit-massor eller erratiska block, af oss med så mycken fördel begagnade vid uppförandet af våra chausseer, kajer och byggnadsfundamenter; vid noggrannare undersökning af deras mineralogiska karakter finna vi en fullkomlig likhet mellan dessa granit block och graniten, som bildar Skandinaviska och Finska bergen, och, aldenstund de ligga enstaka på en med dem aldeles olik jordmån, så är det troligt, att de genom någon kraft blifvit lösryckta från sagde berg och kringströdda kring Europeiska Rysslands ofantliga slätt, i norra Tyskland och till en del på Sydöstra kusten af England;

ty gränsen för kringspredningen af de nordliga erratiska blocken är en båge, som börjas öster om London, och går öfver Holland, Breslau, Tula och norra Dvinas källor. Spår af deras våldsamma öfverflyttning finna vi till och med annu i de djupa strimmor eller fåror, hvilka vi ofta varseblifva på Lapplands och Finlands nakna granit-klippor, hvilka ligga mellan Skandinaviska bergsryggarna och gränslinien för utsträckningen af de nordliga erratiska blocken; ty rigtningen af dessa spår sammanfaller i allmänhet med den linie, som drages ifrån de Norrska bergen till denna gränslinie. På samma sätt är det lätt, att, på sammansättningen af de erratiska blocken, som omgifva Alpernas nordliga kant, i dem igenkänna lösryckta stycken af Alperna, och i allmänhet består jordytan i Schweitzer-dalarna och på sydvästra Tysklands slätter endast af förstörda massor från Alperna.

Om vi intränga djupare i det inre af jordskorpan, så komma vi slutligen till hårda stenarter; och här se vi äfven tydliga spår af ofta upprepade förstöringar hos förut existerande massor. Sålunda möta vi fullkomligt hårda kalk-, ler- och sand-lager, hvilka innehålla icke allenast stycken af andra berg-arter, men — hvad som är anmärkningsvärdare — en mängd så väl bibehållna qvarlevor af djur, att vi äro i stånd, att bestämma deras släkten, samt finna hos dem större eller mindre likhet med nuförtiden existerande arter. I synnerhet möta vi ofta här sådana alster ur djurriket, hvilka blott kunna existera under Oceanens yta, såsom t. ex. snäckor och koraller; uti bergiga trakter finna vi dem äfven på ganska betydliga höjder öfver nuvarande hafsytan, hvarigenom ostridigt bevises, att dessa trakter fordom varit betäckta af hafvet. Under dessa lager finna vi andra dylika, också utgörande spillror af bergarter, och hvilka efter sin sammansättning kallas kalksten, sandsten, mergel o. d. Man skulle kunna räkna dem till de förra, om icke de i dem funna organiska qvarlevorna vore af helt annan art, och till en del af sådana former, hvilka nu icke mer exi-

stera. Alla dessa lager bestå af schichter, fullkomligt lika dem, som ännu i dag i flodmynningar och på sjöars botten bildas genom utfällning af finare sand-, ler- och kalk-partiklar, hvilka blifvit bortförda genom strömmarne från högre belägna ställen, och afsatt sig der, hvarest strömmens hastighet förminskats till den grad, att vattnet icke mer kan bortföra dem. Det är tydligt, att sådana schichter måste blifva horisontelt lägrade; på våra Ryska slätter hafva de ock verkligen bibehållit detta läge, men i bergstrakter äro dylika schichter, som ligga på bergslutningarne, på åtskilliga sätt upphöjda, böjda, eller till och med aldeles omkastade, så att de lager, som vid bildningen besunno sig lägre än andra, nu äro vända uppåt. Häraf måste vi sluta, att denna upphöjning försiggick först efter schichternas bildning och horisontela aflägring, och att de blott genom våldsam omkastning kunnat antaga det läge, i hvilket vi nu finna dem.

Vidare observerar man, att lutande schichter af en tidigare bildning ofta äro betäckta med horisontela lager af en ny bildning, d. ä. en sådan, uti hvilken de organiska kvarlevorna mera likna nu existerande arter, än de i de under dem liggande lutande lagren. Det är klart, att dessa undre lager måste blifvit upphöjda vid en tid, då de öfra ännu icke funnos till, och vi äro tvungne att vid jordskorpans bildning antaga olika epoker, af hvilka hvarje är afskild från den följande genom någon stor revolution, som ur Oceanens djup upphöjt vissa ytans delar till en mer eller mindre betydlig höjd. Det är lätt insedt, att noggranna undersökningar öfver horisontela och upphöjda schichters läge i en bergsrygg kunna gifva ett medel, att bedöma bergsbildningarnes relativa ålder; men då är det ock ovilkorligen nödvändigt, att först bestämma sjelfva schichternas relativa ålder. Talrika observationer af detta slag, gjorda i alla jordens tillgängliga trakter, och ur dem härledda slutsatser utgöra föremålet för Geognosien, en vidsträckt och i högsta grad

intressant vetenskap; der bör man söka noggrannare detaljer och mer eller mindre stränga bevis för de facta, hvilka vi i korthet omnämt; i Fysiska Geografien kunna endast de viktigaste resultater af dessa undersökningar omröras.

Plutoni-
ska och
Neptuni-
ska berg-
arter.

§ 23. I Geognosien indelas alla bergarter, af hvilka jordskorpan består, efter deras uppkomst i *oschichtade* och *schichtade* eller i *Plutoniska* och *Neptuniska* berg-arter. De *oschichtade* berg-arterna hafva uppstått genom afsvälning af i flytande tillstånd befintliga glödande massor, hvilka genom vulkaniska krafter blifvit upplyftade till jordytan. I följd af denna uppkomst utgöra de fasta massor utan all schichtning, hafva en mer eller mindre kristallinisk struktur och innehålla aldrig organiska qvarlefvor. Till dem höra: *Granit-, Syenit-, Porphy-, Diorit-, Trachyt-, Basalt- och Lava-arterna*. De yttersta i denna rad af *oschichtade* berg-arter äro sinsemellan ganska olika, men vid noggrannare jämförelse af dem med hvarandra finner man nästan omärkbara öfvergångar från en art till en annan; graniter och syeniter öfvergå i porphyrer, dessa åter genom dioriter i trachyter, trachyter i basalter, och basalter åter i verklig lava. Härigenom förklaras bäst granitarternas plutoniska ursprung, ehuru de icke mera förekomma vid nutidens vulkaniska utbrott. Dessutom finna vi ofta alla dessa plutoniska berg-arter i form af smala ådror, hvilka fullständigt fylla sprickorna i de *schichtade* berg-arterna. Det är klart, att de först efter de *schichtade* bergarternas bildning hafva kunnat komma i dessa sprickor, och dervid måste de hafva befunnit sig i ett mycket tunn-flytande tillstånd, hvilket blott genom stark hetta kunnat åstadkommas. Slutligen tjänar såsom det sista beviset för dessa bergarters plutoniska uppkomst, att man genom konst lyckats erhålla största delen af dem förmedelst stark hetta, antingen i masugnar, eller i apparater enkom gjorda för detta ändamål.

De *schichtade* (*neptuniska*) bergarterna förekomma alltid i form af lager, utan all kristallinisk struktur, och innehålla alltid organiska qvarlefvor. Deras hufvudmassa utgöres,

såsom vi redan ofvanföre sett, af sand, lera och kalk; dessa tre ämnen äro blandade om hvarann på skilda ställen i olika proportioner, och hafva en större eller mindre fasthet. Vid noggrannare skärskådande af de neptuniska schichterna hafva Geognosterna förnämligast bemödat sig att bestämma deras relativa ålder och härvid blifvit handledda: genom *lägring*, *mineralogiska egenskaper* och *organiska qvarlefvor* eller *försteningar*. Det naturligaste och säkraste medel är i detta afseende lägringen. Om vi finna, att lagret A. ligger högre än lagret B., så göra vi den slutsats, att B. bildat sig tidigare än A.; härvid bör man likväl förut öfvertyga sig, att lagren ligga i sina naturliga lägen och icke äro omkastade, hvilket föröfrigt blott inträffar på mindre sträckor. Vid undersökning af lagrets *mineralogiska karakter* har man funnit, att det i riktningen af sin utsträckning stundom bibehåller sina egenskaper på ganska stora sträckor, ofta åter förändras det småningom så, att vid undersökning af detta lager på åtskilliga punkter vi lätt kunna taga ett och samma lager för olika; derföre är den mineralogiska karakteren mindre säker vid bestämmandet af lagrets ålder. Ett bättre medel för jemförelse af lagrens relativa ålder är en noggrann bestämning af de i dem inneslutna *försteningarne*. Då vi i perpendikulär riktning mot aflägrings-hvarfven intränga i jordens inre, så finna vi, att lager, likartade till sin mineralogiska karakter stundom återkomma; men de organiska qvarlefvorna äro alltid andra och desto mer olika, ju längre det ena lagret befinner sig från det andra.

Stödjande sig företrädesvis på *lägring* och *försteningar*, hafva Geognosterna på grund af ett ofantligt antal observationer i alla verldsdelar och isynnerhet i Europa antagit ett visst antal *formationer* eller *bildningar* och en viss ordning, i hvilken de uppstått den ena efter den andra. Vidare hafva de förenat vissa efter hvarandra följande bildningar, hvilka alltid och i alla länder bibehållit parallelism sinsemellan, till ett *formations system*, så att man med *for-*

mations-systemer förstår endast de bildningar, som uppstått på en och samma tid mellan tvenne revolutioner. Slutligen har man ännu förenat med hvarandra flere formations-systemer på grund af deras gemensamma kännetecken i hänseende till andra, och sålunda bildat särskilda *formations-perioder*. Vi vilja straxt närmare betrakta de särskilda formationerna; men först skola vi likväl visa, i hvilket läge de schichtade lagren befinna sig i förhållande till de oschichtade.

Metamor-
fiska ski-
ferarter.

§ 24. Graniten upptager till största delen topparne och det inre af hufvud-bergsryggarne, t. ex. i Alperna; likväl intages dess ställe ofta af trachyten, såsom t. ex. i Cordillererna och på Kaukasus. Bergs-sluttningarna åter, isynnerhet deras nedersta delar, äro vanligen betäckta med lutande lager af schichtade bergarter sålunda, att deras lutning är rigtad från kammen mot den yttre sidan; derföre framställer sig en bergsrygg i tvärskärning under gestalten fig. 5. Härvid är anmärkningsvärdt, att de schichtade bergarterna, som omedelbart gränsa till de plutoniska massorna, visa en annan karakter, än de, som befinna sig på stort afstånd från en sådan massa; schichtningen har i dem ganska väl bibehållit sig, men de innehålla icke mer några spår af organiska qvarlefvor, och deras mineralogiska karakter har förändrat sig deri, att deras structur är mera kristallinisk. Efter det sista kännetecknet kallas äfven dessa formationer *kristalliniska skiferarter*; till dem höra: *gneis* (*schichtad granit*), *ler-skifer*, *marienglas-skifer*, *öfvergångs-kalksten* m. m. Geognosterna betrakta, efter Lyell's exempel, dessa skiferarter såsom schichtade lager, förändrade genom den starka hettan hos de plutoniska massor, till hvilka de gränsa. Denna åsigt bekräftas ock i sjelfva verket genom talrika observationer. Öfverallt, der plutoniska massor genombrutit schichtade lager, finna vi de sednare förändrade; organiska qvarlefvor äro stundom till sista spår förstörda, men stundom endast starkt förändrade, och denna förändring är desto starkare, ju större de genombrutna plutoniska massorna äro och ju närmare till

dem de förändrade delarna befinna sig. — Geognosterna hafva gifvit åt dessa förändrade neptuniska schichter namnet *metamorfiska*; på bergsluttningarne äro de *metamorfiska skiferarterna* lägrade närmast till de plutoniska massorna.

§ 25. Efter de Metamorfiska skifer-arterna följa schichtade formationer, för hvilka Geognosterna, på grund af jemförelse af ett ofantligt antal observationer, fastställt följande ordningsföljd af systemer, räknade från de äldsta till de yngsta: De neptuniska formationernas lägringsföljd.

<i>Formations-systemer:</i>	<i>Gebieten eller Formations-perioder:</i>
Metamorfiska skifer-arter.	Öfvergångs-formations-perioden.
Siluriska systemet.	
Devonska systemet.	
Stenkol's-systemet.	
Permska systemet.	Flöts- eller secundär-formations-perioden.
Trias-systemet.	
Jura-systemet.	
Krit-systemet.	
Tertiär-bildningar.	Tertiär-formations-perioden.
Alluvial-bildningar.	

§ 26. *Siluriska systemet* består af en mängd formationer, hvilka i skilda trakter äro olika till sin mineralogiska karakter. — Den öfversta af dessa formationer — kalkstens-formationen — innehåller försteningar i stor mängd, hvilka ganska skarpt skilja detta system från andra nyare; de förnämsta af dem äro: *Orthoceratiter*, *Trilobiter*, (kräftlika djur), *Crinoider* m. m., hvilka till sin organisation äro alldeles olika alla nu existerande arter. Detta system är för oss af så mycket mer intresse, som det upptager de lägre jordhvarfven i trakten kring St Petersburg och sträcker sig längs Östersjö-kusten. Man kan ganska väl observera det omkring Czarskoe-Selo och Pavlovsk, på stränderna af de smärre floderne: Ischora, Slavänka, Popovka, Pulkovka m. m. Hos oss ligga öfver detta system endast de nyaste formationerna, och sjelf stöder det sig icke på metamorfiska skiferarter, utan på en mjuk massa af blå lera, hvars tjocklek är ganska betydlig. Vid borrhning af en Artesisk brunn

i Czarskoe-Selo har man på ett djup af 45 famnar icke nått bottnet af detta lerlager. Vi se sålunda i våra trakter ett exempel derpå, att hos oss icke finnas alla systemer ifrån det Siluriska till de nyaste, och i allmänhet bör man icke föreställa sig, att den ofvan antydda raden af formations-systemer skall hvar som helst anträffas fullständig ifrån den första till den sista; tvärtom har man hittills icke ännu funnit ett enda sådant ställe. Alltid fattas några systemer, men de, som ligga öfver hvarandra, följa ovilkorligt ofvanantydde ordning.

Ofvanom det Siluriska systemet följer det *Devonska*; det är det första, som innehåller qvarlevor af fiskar, men sådana arter af dem, hvilka för det närvarande icke existera. Hos oss i Petersburg, litet längre från stränderna af Finska viken (på andra sidan om villan Graftskaja Slavänka), stöder sig detta system på det Siluriska; detsamma observerar man äfven i Liefland och Esthland.

Stenkols-
systemet.

§ 27. Det tredje systemet, *Stenkols-systemet*, ligger vanligtvis på den öfversta formationen af devonska systemet, på den *gamla röda sandstenen* (som i synnerhet förekommer i England); den består af tvenne hufvudformationer, af *kolhaltiga kalkstens-* och egentliga *stenkols-formationen*. Den kolhaltiga-kalkstenen i detta formations-system är af en egen och nästan öfverallt likartad mineralogisk karakter; den har en grå färg och innehåller stundom en mängd snäckor, stundom aldeles ingen. Stenkolen förekomma hvarf-tals till några fots tjocklek, och omvexla med hvarf af lerskifer och kolhaltig sandsten, hvilka äro anmärkningsvärda för den mängd qvarlevor af växter, som i dem förekomma. Gestalten hos dessa qvarlevor kan lätt urskiljas under mikroskopet. Slutligen antyder halten af kolbunden vätgas tydligt stenkols-formationernas uppkomst ur växtriket, och oftast kan man till och med bestämma, hvilka släkten och familjer dessa växter tillhört. Emedan i detta formations-system qvarlevor ur växt-riket för första gången i en så

ofantlig mängd förekomma, under det de förra formationerna företrädesvis innehålla endast försteningar ur djur-riket, och dertill likartade med sådana släkten, som blott kunna lefva i oceanerna: så måste vi sluta, att vid bildningen af de siluriska och devonska formationerna nästan alla trakter af de nuvarande continenterna ännu befunno sig under vatten-ytan, och att den revolution, som bildade gränsen emellan dessa formationer och stenkols-formationerna, bestod deri, att en betydlig del af continenterna upphöjdes ur hafvets djup och betäcktes med växter. Dessa växter utgjordes till största delen af *Cryptogamer* samt *Monocotyledoner*, hvilka för det närvarande nästan uteslutande tillhöra de tropiska länderna; men äfven der stå de nuvarande palmerna och pisangerna i höjd och diameter långt efter de träd, som vi finna i jordens sköte i stenkols-formationens lager. Detta bevisar, att på den tid, då de siluriska och devonska formationerna blefvo upplyftade öfver oceanens yta, temperaturen i de icke tropiska länderna ej var lägre, än i de nuvarande tropiska. Den naturligaste förklaring öfver den fordnä höga temperaturen finna vi i jordytans egen värme, hvilken sedan småningom aftagit; till följe deraf var under den epok, då kolformationens växter betäckte continenternas yta, temperaturen vid våra breddgrader ännu lika med temperaturen i de tropiska trakterna. Häraf är klart, hvarföre floran på dessa tider var i en viss trakt så olik dess nuvarande flora; nu räknar man i växt-riket öfverhufvudtaget omkring 200 familjer, af hvilka omkring 160 tillhöra dicotyledonerna, omkring 30 monocotyledonerna och de öfriga cryptogamerna; bland växtförsteningarna i stenkols-formationen har man icke funnit en enda af dessa 200 dicotyledon-familjer, och knapt några af monocotyledonerna; största delen af dem hör, som redan blifvit sagdt, till cryptogamerna; den mesta likhet med dem hafva de nuvarande ormbunkarne, lummer- (*lycopodium*) och fräken-arterna (*equisetum*).

Genom hvilken process hafva dessa växter blifvit för-

vandlade till stenkol? Denna fråga har varit föremål för många naturforskares undersökningar allt sedan den tid, då stenkolens ursprung från växtriket blifvit afgjort bevisad; men tills dato är den likväl icke på ett fullkomligt tillfredställande sätt afgjord. Af stenkols-lagrens omvexling med lager af sandsten och ler-skifer, som innehålla kvarlevor af snäckor, synes, att förvandlingen af växterna till stenkol försiggått under vattnet, och troligen under starkt tryck af sedermera bildade högre hvarf af andra formationer. Följakteligen bör man antaga, att antingen trakter, hvilka en längre tid varit fastaländer och betäckta med den rikaste flora, ånyo nedsänkt sig under hafsytan, eller att högstammiga växter i närheten af flodstränder blifvit bortförda af vattnet, och aflägrat sig vid flodmynningarne på samma sätt, som vi ännu observera denna företeelse, t. ex. vid Mississippis mynning; att de sedermera blifvit betäckta af ur flodvattnet aflägrade sand- och ler-partiklar, och att under denna betäckning deras förvandling till stenkol försiggått. År 1847 lyckades det naturforskaren Göppert, att förvandla växter till *brun-kol*, i det han höll dem under ett helt års förlopp under vatten vid 80° temperatur; och slutligen erhöll han af dem till och med verkliga stenkol, vid dylik inverkan af helt vatten under loppet af 2½ år, men dock blott derigenom, att han till vattnet tillsatte en ganska liten quantitet jernvitriol eller svafvel-kis, som ofta ock i sjelfva verket förekommer i stenkols-formationen.

Secundär
forma-
tioner.

§ 28. Ofvanom stenkols-formationerna räkna Geognosterna ännu fyra formations-systemer, hvilka tillsammans med stenkols-systemet bilda den såkallade *secundär- eller flöts-formations-perioden*; de äro: *Permska*, *Trias*, *Jura* och *Krit-systemet*. Dessa systemer utgöras af sand- och kalkstens-formationer, hvilka skilja sig blott genom kornens finhet, färg och förnämligast genom de i dem befintliga organiska kvarlevorna. I sednare hänseendet är det anmärkningsvärdt, att i dessa formationer förekomma kvarlevor

ur växtriket i mycket mindre mängd, än i stenkols-formationerna, i synnerhet om man jemför deras antal med det stora antalet af försteningar ur djur-riket. Endast ofvanom krit-formationerna, i tertiär-bildningarna, påträffas de igen i större mängd, men der äro växterna aldeles olika växterna i stenkols-formationen; de höra redan till största delen till dicotyledoner, hvilka äfven för det närvarande existera på jordytan, och äro förvandlade icke till stenkol, utan till brunkol. Qvarlevorna af sjödjur förete i dessa öfre secundär-lager allt mer och mer likhet med ännu existerande. Trilobiternas, Ortoceratiternas m. fl. besynnerliga former hafva aldeles försvunnit, och redan visa sig qvarlevor af djur med högre organisation, såsom: fiskar, krokodiler, ödlor, sköldpaddor, fåglar m. fl.

§ 29. Efter secundär-formationerna följa *tertiär-bildningarna*. De tertiära lagren erbjuda i olika trakter företeelser, som äro mera enstaka och partiella; de hafva uppenbarligen bildat sig i särskilda bassiner eller kittelformiga fördjupningar, hvilka föröfrigt stundom hafva ofantliga diametrar; men i hvarje af dessa bassiner äro företeelserna något olika företeelserna i andra bassiner. Den första mera noggranna undersökning af dessa formationer blef verkställd af *Cuvier* och *Brogniart* i tertiär-lagren omkring Paris; den första af dem, *Cuvier*, fann i dessa formationers organiska qvarlevor ett rikt material för sina utmärkta upptäckter inom den jemförande anatomiens område. Dessa *Cuviers* och *Brogniarts* forskningar hafva bevisat, att vid bildningen af tertiär-formationen i Parisiska bassinen aflägringar ur hafs- och sött-vatten bidragit, emedan lager af hafs- och sött-vatten-aflägringar flere gånger omvexla med hvarandra. Det är svårt att föreställa sig en sådan orts omvexlande upphöjning och sänkning öfver och under Oceanens yta, och derföre är den åsigten sannolikare, att denna bassin fordom varit en stor salt insjö eller hafs-vik, uti hvilken stora floder utgjutit sig. De understa tertiär-formationerna, som

Tertiär-
bildning-
gar.

stödja sig på krit-systemet, utgöras af *plastisk-lera* och *grof-kalk*; de äro uppfyllda med åtskilliga försteningar ur djur-riket och med en betydlig mängd qvarlevor ur växt-riket; men de sednare hafva icke utseende af verkliga stenkol, såsom i stenkolsformationen, utan äro mycket mindre förändrade och bekanta under namn af *brun-kol* eller *ligniter*. De öfre hvarfven af de Parisiska tertiär-formationerna: *gyps* och *söttvattenskalksten*, innehålla en stor mängd skeletter af däggdjur, med hvilka förnämligast Cuviers undersökningar gjort oss bekanta; af dem äro i synnerhet anmärkningsvärda: *Palæotherium*, *Anoplotherium*, *Dinotherium*, m. fl.

Tertiär-formationerna i andra bassiner (t. ex. omkring London, der den kallas *Crag*) består af andra materialier, och endast petrificaterna utvisa, hvilket lager i andra bassiner det betraktade lagret motsvarar; så t. ex. motsvarar plastiska leran omkring Paris Londonska Cragens sandsten, och Londonska leran den Parisiska grof-kalken o. s. v. På andra ställen förekomma åter aldeles andra tertiär-formationer; så t. ex. hafva de lager, som på en stor utsträckning betäcka Södra Rysslands stepper, och Krim ända till Kaukasiska bergen, blifvit bildade sednare än Pariser-tertiär-formationerna, såsom vid noggrannare undersökning synes af de talrika snäckor, af hvilka dessa lager nästan uteslutande bestå.

Alluvial
formatio-
tionerna;
grottor.

§ 30. Öfver tertiär-formationerna befinna sig *alluvial bildningarne*, de yngsta af alla; de bestå af åtminstone tvenne formationer, af hvilka den äldre bildat sig till följe af numera icke verksamma orsaker, medan den öfre ännu bildas genom flodvattnets och hafsvågornas inverkan.

De anmärkningsvärdaste företeelser, som characterisera den äldre alluvial-formationen, anträffa vi i synnerhet i nordöstra trakterna af Europa; de utgöras af det stora antalet af de, redan omrörda erratiska blocken, samt af qvarlevorna efter stora däggande djur, hvilka troligen omkommit vid den sista revolutionen. Till dem höra: *antidiluvianska elephanten* eller *Mammuth*, *Mastodon*, *Hippopotamus*, *Noshör-*

ningen (rhinoceros), *Megatherium* m. fl. De förekomma till en del inneslutna i isbergen vid mynningarna af de Sibiriska floderna (så t. ex. Mammuth, funnet af Adams och förvaradt i Vetenskaps-Akademiens museum), men förnämligast finnas ben af dessa djnr i största mängd uti underjordiska grottor.

Grottor kallas ihåliga oregelbundna sträckor i det inre af bergen, hvilka stundom upptaga en ofantlig rymd, t. ex. Gefferson-Whil-grottan i Förenta Staterna, som har i längd öfver 2 verst. Dessa grottor hafva vanligen en, men stundom äfven flere ingångar; det är ganska troligt, att det finnes grottor i ganska stort antal, hvilka för oss blifva för alltid obekanta, emedan de hafva ingen communication med den yttre jordytan; i några fall bevisas detta äfven af observationer öfver pendelsvängningar, t. ex. *Bouguer's* observationer på berget Pichincha. Om grottor finnas i kalkstensberg, så äro de vanligen uppfyllda med *Stalaktiter* och *Stalagmiter* d. ä. massor af kolsyrad kalk, som förete gestalter af pelare, hvalf, pyramider, coner, hvilka sänka sig från taket, och upphöja sig från grottans golf. Deras uppkomst är följande: vattnet, som intränger i jorden, mättas i de öfre jordlagren med kolsyra (hvilket t. ex. förekommer i svartmyllan) och blir derigenom i stånd att upplösa den kolsyrade kalken; denna lösning uppnår genom remnorna grottans tak, och, i det den här fördunstar, qvarstår den kolsyrade kalken, hvilken vanligen antager gestalten af en con, med toppen vänd nedåt (stalaktit), på grottans botten åter höjer sig en dylik con (stalagmit) genom fördunstning af från taket nerfallna droppar. Ofta uppnå dessa bägge coner hvarandra, och, förenade med sina toppar, antaga de då utseendet af en pelare eller kolonn.

Grottornas uppkomst kan vara olika. Uti de schichtade berglagren bildade sig grottorna efter all sannolikhet vid sjelfva bergets bildning genom dess lagers upphöjning sålunda, att af tvenne upphöjda lager det nedre åter sänkte

sig, men det öfre bibehöll sitt upphöjda läge; formen på grottan har sedermera kunnat blifva betydligt förändrad genom bortspolning förmedelst underjordiskt källvatten. De grottor, som finnas på hafs-kusterna, hafva tydligt blifvit bildade genom hafs vågornas inverkan på de mindre fasta eller mera förstörbara bergarterna, som utgöra dessa kuster; detta synes t. ex. på den bekanta *Fingals-grottan* vid Skottiska kusten på ön Staffa; denna grotta ser ut som en tunnel, bruten i basaltmassorna på öns ena ända.

Orgauiska qvarlevor, funna i dessa grottor, äro ben af åtskilliga däggande djur och förnämligast af rofdjur, såsom *hyenor, tigrur, björnar, vargar, räfvar* m. fl. Likväl träffas äfven ben af andra djur, såsom *elephant, noshörning, hippopotamus, häst, hare, kanin, hjort* och åtskilliga fåglar. Det är troligt, att dessa grottor tjenat som vistelseort för rofdjur, och ben af andra däggdjur äro qvarlevor efter deras byte. Alla dessa ben finner man kringströdda i särskilda högar och betäckta med lera eller gytja.

Bergsryggarnes relativa ålder.

§ 31. I föregående §§ äro de fakta i all korthet omrörda, hvilka utgöra vår verkliga kännedom om jordskorpan sammansättning; det återstår oss ännu att förklara, på hvad sätt Geognosterna bemödat sig att bestämma kända bergsryggars relativa ålder, eller den ordning, i hvilken dessa bergsryggar blifvit upphöjda på olika continenter. Vi hafva redan förut sett, enligt hvilka kännetecken man kan bestämma bergsryggars relativa ålder; om vi t. ex. se, att siluriska och devonska systemerna i något bergssystem erhållit ett lutande läge, medan formationer af stenkolsystemet bibehållit sig horisontela, så kunna vi sluta, att denna rygg blifvit upphöjd efter devonska formationens bildning; om vi åter i en annan kedja finna, att äfven stenkolsystemet är upphöjdt, men de öfre formationerna t. ex. de Permska och de efter dem följande hafva förblifvit horisontela, så har denna kedja blifvit upphöjd efter stenkolsformationens bildning o. s. v. Derföre är det

första systemet äldre än det andra, och i allmänhet: *är ett bergssystem desto äldre, ju större antal af dess neptuniska lager bibehållit horisontellt läge.* Den fransyska Geognosten *Elie de Beaumont*, som isynnerhet sysselsatt sig med detta ämne, har på sådant sätt bestämt relativa åldern hos de Franska, Tyska och Engelska berg, hvilka i geognostiskt afseende äro mera kända. Härvid har han gjort den observation, att de kedjor, hvilka efter dylika bestämningar höra till en och samma upphöjnings-period, äfven visa parallelt läge hos hufvud-längdaxlarna, hvaraf han slutat, att vid den gifna perioden ryggarnas höjning på hela jordklotet försig-gått i parallela riktningar. Af denna observation har han, såsom en ny grund, begagnat sig, för att bestämma till och med sådana bergs relativa ålder, hvilka i geognostiskt hänseende icke ännu äro tillräckligt kända.

Utan att gå i detaljer öfver dessa undersökningar, anmärka vi blott, att deras resultatert fört oss till den slutsatsen, att ett visst förhållande äger rum mellan en upphöjnings relativa ålder och de upphöjda ryggarnes höjd; ju äldre en upphöjning är, desto lägre visar sig bergsryggens höjd. Till de äldsta bergssystemer höra Nedra-Rheins bergssystemer: *Hundsrück* och *Taunus*, men de stiga ej högre än 2600'; i *Harz*, som är af nyare uppkomst, är höjden på *Brocken* 3500'. De ännu sednare upphöjningarne, *Pyreneerna* och *Apenninerna*, uppnå höjder af 10700 och 9500 fot; topparne i *Sjö-Alperna*, upphöjda efter *Pyreneerna*, nå en höjd af 12990'; det yngsta bergssystemet i Europa, *Central-Alperne*, höjer sig slutligen till 13000' à 14000'. Der de vestra och central-alpernas upphöjningar skära hvarandra, på de ofantliga topparne *Mont-Blanc* och *Mont-Rosa*, nå de en höjd af ända till 14800'. Samma förhållande observerar man äfven hos berg, som ligga utom Europa; till de yngsta af alla kedjor höra Amerikanska *Cordillererna*. Af dessa observationer kan man sluta, att de krafter, som upphöjt bergen, i sednaste tider erhållit större spänning, än

förut, och orsaken dertill bör åter sökas i jordskorpan, som betäcker det inre af jordens smälta massa, större fasthet och till följe deraf större motstånd mot de upphöjande krafterna. På grund häraf och tagande i betraktande Södra-Amerikas tyngdpunkts betydliga höjd, måste vi anse Amerikas beteckning med namnet *Nya Werlden* för särdeles passande, icke blott i anseende till denna continents sednare upptäckt, utan ock dess sednare bildning.



III Capitlet.

OM JORDENS FLYTANDE YTA (Hydrologie).

Vattnet på jordytan förekommer såsom haf, floder, sjöar och kärr.

Om hafven.

§ 32. Vi hafva redan sett, att vattnet upptager största delen af jordens yta; omkring $\frac{3}{4}$ deraf äro betäckta af haf, och endast en fjerdedel höjer sig deröfver i gestalt af ^{Ocean-niveaus oföränderlighet.} continenten och öar.

Vid continenternas orografiska beskrifning hafva vi anmärkt, att alla höjder bestämmas relativt till Oceanens yta, och derföre framställa sig af sig sjelf tvenne frågor: 1) *förblir denna hafvets niveau alltid oföränderligt densamma?* och: 2) *är dess höjd densamma i alla haf?*

Oceanens niveau på ett gifvet ställe kunna vi blott sålunda bestämma, att vi jemföra den med kusternas höjd. Observationer hafva härvid visat, att hafvet vid stränderna icke alltid bibehåller samma höjd, hvarpå vi i vår närhet, på kusterna af Bottniska viken, äga ett anmärkningsvärdt exempel; här sänker sig hafs-ytan allt mer och mer, så att märken, hvilka, för att observera denna sänkning, voro inhuggna i klippan, nu befinna sig högt öfver hafvet. Noggranna mätningar af denna sänkning hafva visat, att Bottniska-vikens niveau under loppet af ett århundrade sänkt sig nära tre fot, och att denna sänkning fortgår, ehuru långsamt, dock fullkomligt regelbundet. I söder om denna vik, vid södra ändan af Sverige och på Preussiska kusterna, har man icke

observerat några spår till en dylik sänkning af Östersjö-niveaun. Enligt hydrostatikens lagar är emellertid omöjligt, att vatten ytan i ett och samma haf skulle på ena sidan sänka sig, under det den på andra bibehåller samma höjd; derföre äro vi tvungne att tillskrifva denna företeelse i Bott-niska viken, icke hafvets sänkning, utan kusternas gradvisa höjning.

Dylika fall förekomma på kusterna af Chili och Schottland, hvarest noggranna bestämningar hafva visat, att hafsytan betydligt sänker sig; deremot har man på andra ställen observerat vattnets gradvisa höjning, såsom t. ex. på kusterna af Italien och Holland.

Af allt detta följer, *att hafvets niveau är oföränderlig, och att dess på några ställen observerade höjning eller sänkning är blott skenbar, och uppkommer genom kusternas sänkning eller höjning.*

Att niveaun i de särskilta Oceanerna är en och samma, d. ä. att (då man icke tager i betraktande jordens sferoidform), alla delar af deras yta befinna sig på lika afstånd ifrån jordens medelpunkt, utvisa flere geodetiska nivelleringar mellan skilda haf. En af de mest ryktbara är den af *Lloyd* och *Fallmark* på Panama-näset verkställda, hvilken visade, att medelhöjderna i Atlantiska och stora Oceanen voro de samma, och att enda skilnaden uppstod blott vid flod och ebb; — vattnet i stilla Oceanen höjde sig på näsets kuster under floden ända till 20 fot, under det det i Mexikanska viken knappt uppnådde en fots höjd. Samma likhet är ådagalagd mellan niveauerna i Mexikanska viken och Atlantiska hafvet, äfvensom mellan detta sednare och Medelhafvet, så att vi af allt detta kunna göra den slutsats, *att hafvets niveau på alla tider och på alla ställen är en och densamma.* Derföre hänföra vi med rätta alla höjder till oceanens yta

Oceanernas djup.

§ 33. En annan, icke mindre intressant, fråga angår oceanernas djup. För att utröna detsamma, har man hittills

med fördel begagnat blott ett enda redskap, det enkla *sänk-lodet*. Detta består af en bly-con A B (fig. 6), i hvars spets en krok är anbragt, för att deri fästa ett snöre; i botten finnes en liten ingröpning, vanligen fylld med talg. Snöret, hvarvid conen är bunden, är indeladt i famnar. Då lodet vid fällningen i djupet stöter mot botten, så känner man det genom förminskningen af dess vikt, och då räknar man djupet efter snörets märken; härvid tjänar talgen till utrönande af bottenets egenskap, emedan sandkorn och andra på botten befintliga kroppar fästa sig derpå. Detta enkla instrument begagnas oupphörligt af sjöfarande, i synnerhet då de närma sig kusterna. Här uppfyller sänklodet ock fullkomligt sin bestämmelse, men det är icke så tjenligt att begagna på öppna hafvet och på större djup, emedan dess snöre, som vanligen är smordt med tjära, vid betydligt djup flyter på vattnet och höjer sig på detsamma med sådan kraft, att instrumentet icke mera sjunker. Om man tager ett osmordt snöre, förökas åter dess vikt vid betydligt djup så, att sjelfva lodets tyngd och följakteligen dess beröring med botten blir omärkbar. Derföre begagnade Kapten Ross vid bestämmandet af djupet i öppna Oceanen ett blylod af 336 markers vikt.

I anledning af dessa brister hos det vanliga sänklodet har man i dess ställe föreslagit några andra instrumenter, men, emedan de hittills icke gifvit önskade resultater, så vilja vi ej heller beskrifva dem noggrannare.

Af observationer på öppna hafvet (föröfrigt ganska fåtaliga) har man funnit, att hafsbotten företer samma ojemnheter i hänseende till höjder och djup, som fastlandet; på några ställen af Atlantiska och Stilla Oceanen har man funnit botten vid 9000 till 16000 fots djup, på andra ställen åter har man ej nått botten på 27600 fots djup. Betydligt mindre djup hafva mindre haf; så t. ex. är djupleken i Östersjön icke öfver 400 fot, och i Nord-sjön icke öfver 1000 fot.

Hafsvatt-
nets salt-
halt.

§ 34. Vattnet, som uppfyller större Oceaners bassiner och med dem förenade haf, innehåller en ganska betydlig qvantitet salter, hvilka göra det obrukbart till matlagning. Salt-qvantiteten i de särskilda oceanerna är icke densamma, men genom noggranna undersökningar har man funnit, att i deras sammansättning alltid ingå samma salter, och att dessa salters qvantitets-förhållande sinsemellan alltid är detsamma. 100 delar hafsvatten innehåller vid en specifikt vikt = 1,02886:

Chlor-natrium (koksalt)	2,660 delar
Svafvelsyradt-natron (glauber-salt)	0,466 „
Chlor-calcium	0,199 „
Chlor-magnesium	0,952 „
Summa	4,277 „

Det sista saltet (chlor-magnesium) gifver hafsvattnet den bittra och motbjudande smak, som gör det obrukbart till näring. Det är alla bekant, att frågan om hafsvattnets rening från sina salter, så vigtig för sjöfarande, en längre tid blef oafgjord; slutligen har man funnit en ganska tjenlig renings-method genom destillation, så att man nu kan på fartyg erhålla rent vatten till en qvantitet, fullkomligt tillräcklig för näring under seglingen; hela uppfinningen bestod i inrättningen af en för detta ändamål tjenlig spishåll, hvilken uppvärms med samma bränsle, som är nödigt för tillredningen af besättningens mat.

Emedan det är bevisadt, att saltet i alla haf innehåller samma beståndsdelar, förenade i samma förhållande, så tjenar oss bestämningen af saltvattnets specifika vikt som ett enkelt medel, att erfara salthalten i olika haf; genom denna method har man funnit, att salthaltigheten tilltager från polartrakterna åt tropikerna sålunda, att tropikvattnet är saltare än vattnet i de icke tropiska trakterna. Likväl observeras icke den största salthalten kring eqvatorn, utan mer mot S. och N., på ett afstånd af nära 20° derifrån;

från dessa ställen mot eqvatorn förminskas salthalten obetydligt på bägge sidor. Orsaken härtill bör man söka i följande.

Salthalten på vattnets yta förökas genom fördunstningen, hvarvid saltpartiklarne qvarstadna; fördunstningen gynnas åter af vattnets höga temperatur och af lufthvarfvens hastiga omvexling öfver vattnet, förorsakad af vindarnas inverkan. Bägge dessa orsaker förenas vid 20° nordlig och sydlig bredd från eqvatorn, der passad-vindarne oupphörligt omvexla lufthvarfven, och hvarest temperaturen är endast obetydligt lägre än temperaturen vid sjelfva eqvatorn; vid sjelfva eqvatorn åter herskar en beständig stiltje, och derföre verkar icke den ena af de orsaker, som gynna fördunstningen. Specifika vigten hos hafsvattnet i Atlantiska Oceanen är vid 20° bredd 1,0295; under eqvatorn är den 1,0285; i Stilla hafvet är salthalten i allmänhet obetydligt mindre. Den minsta specifika vigten förekommer i polarhafven och är 1,0265.

Salthalten har man äfven bestämt på olika djup förmedelst ett instrument, som upphemtat vattnet ur djupet. Detta består af ett cylindriskt kärl BB'CC', betäckt ner- och upptill med platt botten, hvari finnas coniska ventiler E och D (fig 7), hvilka öppnas uppåt. Om denna cylinder förmedelst snöret A nedsänkes i djupet, så öppnas ventilerna genom vattnets motstånd, och tillåta vattnet fritt strömma genom instrumentet; om cylindern sedermera upplyftas, så sluta sig ventilerna genom vattnets tryckning uppfifrån, och tillsluta då fullkomligt hela kärlet; på detta sätt erhålles vatten ifrån det djup, hvarest man stadnade med instrumentet. Undersökningar öfver på sådant sätt erhållet vatten hafva visat, att salthalten på alla djup är densamma, och endast på ytan träffas några afvikelser, lätt förklarliga antingen genom stark fördunstning eller genom regn.

Ofta har man uppkastat den frågan: hvaraf uppkommer hafsvattnets salthalt? Och för dess förklaring har man ansett för nödigt antaga, att på hafsbottnet finnas stora berg-

salt-lager. Men, emedan hafsvattnet ännu på långt när icke är mättadt med salt, så skulle i sådant fall dess salthalt allt mer och mer böra ökas, och det är obegripligt, hvarföre vattnet under loppet af så många år icke längesedan mättat sig med salt. För öfrigt bör man ställa denna fråga i jemnbredd med frågan om uppkomsten på jorden af vatten, af granit eller något annat ämne, hvaraf jordskorpan består. På den tid, då hafven betäckte hela jordytan, torde de äfven hafva upptagit alla i dem upplösta saltpartiklar, och ifrån denna tid innehåller redan vattnet en bestämd salt-qvantitet; ty, om ock på ena sidan floderna beständigt tillföra hafvet sött vatten, så bortföres åter å andra sidan detta vatten genom den oafbrutna fördunstningen. Längre fram få vi se, att dessa bägge processer — tillflöde af flodvatten och fördunstning — stå i jemnvigt, och således är det klart, att hafsvattnets beståndsdelar icke kunna förändra sig.

Hafs-
vattnets-
genom-
skinlig-
het.

§ 35 Hafsvattnet visar i lager af betydlig tjocklek en grön-blå färg, som för-öfrigt vid ytan vanligen förändras af himlahvalfvets reflecterade färg. Derföre är hafsvattnets färg vid ytan stundom ganska olika: grå, grå-grön, blå-grön, ljusblå, tillfölje af himmelns förändrade färg och af sjelfva hafvets mer eller mindre jemna yta. Observatorer, hvilka nersänkt sig i dykare-klockor, hafva i hafvets djup observerat en rödaktig färg, d. ä. en complement-färg till hafsvattnets färg; och i sjelfva verket, om hafsvattnet af de på detsamma fallande hvita solstrålarne reflecterar i större mängd de grön-blåa, så bör det genomgående ljuset bestå af sådana strålar, hvilka fattas det grön-blåa ljuset, för att göra det hvitt, d. ä., det bör synas rödaktigt.

Enskilta ställen på hafvet visa ofta en egen färg, och denna företeelse observeras stundom på en ofantlig sträcka. Sålunda har *Scoresby* observerat sträckor af olive-grön färg, och funnit orsaken dertill i tillvaron af små meduser, i storlek från $\frac{1}{10}$ till $\frac{1}{2}$ tum; de funnos i så ofantlig mängd, att

Scoresby, sedan han beräknat mängd deraspå en kub. tum, uträknade, att på en kub. mil finnas 24 billioner af dessa djur; emedan hafsytan var af dem betäckt på en sträcka af 30,000 qv. mil, så kan man föreställa sig, hvilken otrolig mängd af dem simmade i detta vatten. Andra icke mindre vidlyftiga ocean-sträckor äro betäckta med vissa hafstångs- (fucus) arter, hvilka bilda ofantliga flytande öar; en af dessa öar blef redan observerad af Columbus, och bemärkes ännu af sjöfarare i närheten af Bermudiska öarna.

Hafsvattnets genomskinlighet är ganska stor, i synnerhet på de ställen, der det icke grumlas af utfallande floders orenlighet; vid korall-öarna äro vid 20 famnars djup och derutöfver på hvit grund de minsta hafsdjur synliga; denna betydliga genomskinlighet är icke allenast observerad kring tropikerna, utan äfven i polarhafven, t ex. vid kusterna af Nya Shetland.

Hafsvattnet är likväl icke fullkomligt genomskinligt; man antager i följd af för öfrigt icke särdeles noggranna försök, att på 10 famnars djup tionde delen af de infallande ljusstrålarne qvarhållas, eller att af 100 infallande strålar, endast 90 uppnå 10 famnars djup; af dessa 90 gå åter $\frac{1}{10}$ förlorade på de följande 10 famnarna, så att blott 81 strålar uppnå 20 famnars djup, och 30 fam. djup endast 73 strålar o. s. v. Här af följer, att till 440 fam. djup tränger redan icke fullt hundradedelen af dagsljuset, och att derföre på 1000 fam. djup redan bör herrska fullkomligt mörker, emedan icke engång $\frac{1}{1000}$ af dagsljuset dit intränger.

§ 36. Ett eget phenomen företer hafvet om natten, då det genom någon orsak sättes i rörelse: detta phenomen är hafvets så kallade ljus-glans. Dervid ser man i vattnet en mängd lysande punkter, hvilka visa sig öfverallt, der vattenytan befinner sig i rörelse, hvarföre de från fartyget äro i synnerhet väl synliga framför detsamma, der det klyfver vattnet, eller bakut i det så kallade *kölvattnet*, eller det spår, som fartyget lemna efter sig. Denna före-

Hafsvatt-
nets glans.

teelse observeras hvarje natt och i alla haf, likväl i olika grad; mest lysande visar det sig i de tropiska hafven; der inträffar ofta, att icke allenast ytan är betäckt med lysande punkter af en tums storlek, utan de observeras äfven på några fots djup; hvarje fisk, som rör sig på djupet, betecknar sin väg genom en glänsande ljusstråle, och stundom, då omkring det seglande fartyget hvimla hajar och delphiner, tyckes hela hafvet stå i låga.

Om man i ett kärl upphemtar detta lysande vatten, så visa sig äfven deri glänsande punkter, så snart vattnet bringas i rörelse; om man åter silar vattnet genom lärft, så förlorar det sin lysande egenskap; de lysande punkterna qvarstadna på lärftet. Således lyser vattnet icke af sig sjelft, utan glänsandet förorsakas af små, simmande, slemaktiga kroppar. Det kan väl hända, att phosphorskenet stundom härör af förmultnade organiska qvarlefvor, såsom fallet är med ruttet träd eller ruttan fisk; men mikroskopiska undersökningar öfver de på silen qvarblifna slemaktiga väsendena hafva visat, att åtminstone de större lysande kropparne äro lefvande meduser och andra slemaktiga djur, som vid sin rörelse gifva ifrån sig ett starkt sken, liksom våra lysmaskar. Hvarigenom de åstadkomma detta sken, är obekant; några tillskrifva det phosphor-partiklar, som afskilja sig från dessa djurs kroppar, och antändas vid beröring med atmosfäriska luften; men detta mötsäges af glansens observerande under vatten-ytan.

Hafsvatt-
nets tem-
peratur
vid ytan.

§ 37. Hafsytans temperatur vid olika breddgrader och på olika tider följer allmänna meteorologiska lagar, derföre förändras hafsytans temperatur periodiskt: *dagligen*, tillfölje af jordens rörelse omkring sin axel, och *årligen*, tillfölje af jordens rörelse omkring solen. Under bägge dessa perioder skilja sig förändringarne i ocean-ytans temperatur från förändringarne i continenternas yt-temperatur i det hänseende, att skilnaden mellan den högsta och lägsta temperaturen, eller, som man säger, *amplituderna*, hos såväl årliga, som dag-

liga temperatur-förändringarne på hafvet äro betydligt mindre, än på continenterna. Dessa obetydliga amplituder inverka åter på den delen af luften, som berör ytan, så att amplituderna hos luftens temperatur-förändringar på hafvet, eller på öarna, eller till och med på hafskusterna äro betydligt mindre än i det inre af continenterna; denna omständighet är ganska vigtig i afseende å klimatologien, och vi återkomma till densamma i meteorologien.

Orsaken till amplitud-förminskningen i hafvets temperatur-förändringar finna vi i vattenpartiklarnes genomskinlighet och rörlighet. Om solen bestrålar vattenytan, så upphetta dess strålar icke allenast ytan, såsom på continenterna, utan de intränga äfven till ett betydligt djup; derigenom uppvärmes en större vattenmassa på en gång, och deraf förminskas åter det öfre hvarfvets upphettning; dessutom förminskas den äfven genom utdunstningen. Å andra sidan, ifall om natten det öfre vatten-lagret afkyles, så sänka sig iföljd af större täthet dess partiklar, och ersättas genom de lägre, varmare lagren, hvilka efter afskylning åter sänka sig, samt gifva rum för andra; sålunda är det begripeligt, att afkylningen fördröjes. Endast härigenom kan man förklara, att temperaturen på ytan af de tropiska hafven icke förändras till och med om 2 grader, oaktadt de under loppet af dagen lodrät fallande solstrålarnes brännande hetta, då deremot denna förändring på fastlandet stiger ända till 10° och derutöfver.

§ 38. En annan intressant fråga angår hafsvattnets temperatur på ett och samma ställe, men på olika djup. För att bestämma den, begagnar man tvenne instrumenter; den första är den såkallade *batometern* eller *bathometern*, hvarom redan förut är taladt, (sidan 74, fig. 7), och till hvilken för detta ändamål tillsättes en thermometer GF; förmedelst detta instrument uppöses en bestämd quantitet vatten från det djup, hvars temperatur man vill bestämma. Vid begagnandet af detta instru-

Tempera-
turen på
djupet af
Oceanen.

ment bör man så mycket som möjligt bemöda sig att bibehålla det erhållna vattnets temperatur, hvarföre det är nödigt, att omgifva cylindern med dåliga värmeledare, på det vattnets temperatur under gången genom de öfre hvarfven icke må förändras. Det är likväl omöjligt, att vattnet aldeles icke skulle förändras, och derföre är en correction, som endast genom försök kan bestämmas, nödvändig.

Enklast bestämmes temperaturen på hafs-djupet genom de så kallade *thermometrograferna*. Af dem har man hittills för bestämmandet af temperaturen på betydliga ocean-djup uteslutande begagnat den så kallade *Six-Thermometern*. Detta instrument är afbildadt i fig. 8 (A). Den thermometriska vätskan är sprit, som befinner sig i kärlet AB och i böjda röret BCG till G; derpå följer qvicksilfver, som i röret upptager rymden GDEK, och slutligen följer luft från K till F. På qvicksilfver-ytan finnas, såväl vid K, som vid G, små cylindriska glas-flöten med små kulor på ändarna; de äro omgifna med ett elastiskt häst-tagel, som ses förstoradt i fig. 8 (B); här är *ef* qvicksilfver-ytan, *ab* glas-flötet och *bcd* häst-taglet. Taglets elasticitet är så stor, att dess friction mot glaset är i stånd att uppehålla flötets vikt, så att flötet vid qvicksilfrets sänkning qvarblifver på sitt ställe; om qvicksilfret åter stiger, så upphöjes det af qvicksilfrets tryckning. Om man förflyttar instrumentet till ett kallare lager, så höjer sig G, och, då temperaturen sedan åter tilltager, qvarstadnar flötet på sitt ställe, och dess nedra ända visar den lägsta temperaturen; om man åter förflyttar instrumentet i en högre temperatur, så höjer sig flötet vid K, och qvarstadnar på sitt ställe vid temperatur-sänkningen, så att dess nedra ända nu utvisar den högsta temperaturen. Om man vill begagna instrumentet till ett nytt försök, så böra först flötena genom stark skakning återbringas till qvicksilfrets yta. Ehuru Six-thermometern är tjenlig till begagnande, kan man likväl mot den göra tvenne inkast. Det första består deri, att instrumentet kan blott i det fall begagnas, då

man förut blifvit öfvertygad, — t. ex. genom bato-thermometern, att temperaturen i hafvet oupphörligt sänker sig med tilltagande djup; men om det skulle på ett bestämdt djup existera en punkt, från hvilken temperaturen neråt åter skulle tilltaga, så skulle Six-thermometern endast visa temperaturen vid denna vändpunkt, och derföre vore det omöjligt att erfara temperatur-förhöjningarna hos de lägre schichterna. Det är sant, att alla undersökningar förmedelst andra instrumenter (ehuru de äro fåtaliga) hafva visat, det temperaturen på olika djup förändras blott åt ett håll, d. ä. den antingen tilltager eller aftager, och i sådant fall kunna Six-thermometerns antydningar antagas för rigtiga; men för trakter, der bato-thermometern icke ännu blifvit begagnad, och i synnerhet i polar-hafven, bör man hafva afseende på vår anmärkning.

Den andra bristeu, för hvilken Six-thermometern kan tadlas, består deri, att det cylindriska glaströret med sprit sammanpressas genom den tilltagande tryckningen, som vid större djup verkar på detsamma, och att thermometern derföre visar en falsk temperaturförhöjning, fullkomligt oberoende af den sanna. Så t. ex. har man observerat, att den vanliga thermometern vid en tryckning af 100 atmosferer visat en skenbar temperatur-förhöjning af 20° R, uppkommen endast genom stark tryckning på glas-kulan. Ehuru nu det cylindriska glaskärlet, som på Six-thermometern intager kulans ställe på den vanliga thermometern, är tjockare, och derföre mindre sammanpressas, kan likväl dess sammanpressning icke förblifva aldeles omärkbar, isynnerhet vid ganska stark tryckning på betydliga djup. Tryckets inflytande kommer icke i betraktande vid bato-thermometerns användande, emedan med den temperaturen bestämmes efter instrumentets utdragning ur vattnet, och då har tryckningen redan upphört.

Af undersökningar med bägge instrumenterna har det visat sig, att man för en bekvämare öfversigt af tempera-

tur-förändringarne i hafvets djup bör indela Oceanen i tre bassiner. Den första kan man antaga mellan 56° n. och 56° s. br., ehuru dessa gränser (isynnerhet den norra) icke äro med stor noggrannhet utmärkta; vi kalla henne den *tropiska bassinen*, emedan hon innesluter de tropiska hafven. De andra bassinerna, som sträcka sig öfver bägge halfkloten från 56° bredd till polen, kalla vi den *norra* och *södra polarbassinen*, allt efter som den norra eller södra polen ligger i deras midt.

Alla undersökningar i den tropiska bassinen hafva bekräftat hafsvattnets temperatur-förminskning vid tilltagande djup ända till 1000 famnar; denna förminskning är stundom i början plötslig, men blir sedermera allt långsammare och långsammare, så att den vid 3000 fots djup är knapt märkbar; här är temperaturen beständigt omkring 2° eller 3° R. Likväl har man härvid bemärkt, att temperatur-förminskningen mot djupet i eqvatorial-trakterna är starkare än under högre bredder; vid eqvatorn och de omgifvande zonerna (till 15° n. och s. bredd.) träffar man en temperatur af 12° R på ett djup af omkring 400 f., då man, för att vid 25° n. b., erhålla samma temperatur måste sänka sig 600 f. och derut-öfver; häraf synes, att det kalla vattnet liksom skulle höja sig vid eqvatorn. Denna företeelse är fullkomligt öfverensstämmande med teorien; det varmare vattnet vid eqvatorn kan icke förblifva i jemvigt med det kallare vattnet vid högre bredder, aldeles såsom vattnet uti ett kärl, hvars botten oupphörligt uppvärmes; uti ett sådant kärl observera vi på ytan en ström af varmt vatten till den kallare sidan och nertill en ström kallt vatten till den uppvärmda sidan, hvarest vattnets uppstigande från djupet till ytan försiggår. Öfverensstämmande härmed rinner det varmare vattnet på hafsytan från eqvatorn åt begge polerna, på djupet åter rinner det kalla vattnet från begge sidorna åt eqvatorn; här stiger det sedermera uppåt, och derföre befinner sig vid eqvatorn det kalla vattnet närmare ytan, än på orter mera aflägsna från

eqvatorn. I vattnets strömmande under ytan från polerna till eqvatorn finna vi förklaring till ännu en annan företeelse. Man har observerat, att vattnet på grund uti oceanerna är kallare än öfver djupa ställen, så att Humboldt tillstyrker, att begagna thermometeren såsom antydare af grunds närhet; detta härrör deraf, att det kalla vattnet, under det det rinner på djupet till tropikerna och träffar på ett grund, måste höja sig längs denna upphöjning, såsom längs ett lutande plan, och derfore kommer att afkyla vattnets varma yta genom tillblandning af sina kalla partiklar.

I södra polar-bassinen har Kapten *Ross's* talrika undersökningar ådagalagt fullkomligt motsatta temperatur-förändringar i hafvets djup; här tilltager temperaturen, ehuru ganska långsamt, mot djupet. Det är naturligt, att ytorna af de begge angränsande bassinerna, den tropiska och polar bassinen böra vara åtskilda genom en linie eller smal sträcka, der temperaturen mot djupet hvarken förminskas eller förökas; och Kapten *Ross's* försök hafva verkligen i södra oceanen bevisat tillvaron af en sådan gräns-sträcka; ty nästan afverallt vid 56° bredd hafva *Six-thermometrograferna* på alla djup visat en och samma temperatur från 2° till 3°.

För att förklara dessa fenomen antag Ross, att Oceanen har sin egen normal-temperatur från 2° till 3°, men denna temperatur kan blott observeras der, hvarest den icke förändras af en mer eller mindre uppvärmd luft. I eqvatorial-trakterna uppvärmas de öfre vatten-lagren genom beröring med den varma luften, och derfore bör man, för att uppnå normal-temperaturen, nedsänka thermometeren till ett större djup; i polar-trakterna åter är luftens temperatur lägre än vattnets normal-temperatur, och derfore äro de öfre lagren afkylda; hvarfore vi ock här med djupleken möta värme-förhöjning ända till gränsen för normal-temperaturen; ännu lägre ner bör temperaturen förblifva beständig, hvilket också undersökningarna utvisa. *Ross's* undersökningar göra denna hypotes ganska sannolik för den södra polar-

bassinen; för den norra åter felas ett tillräckligt antal pålitliga försök, likväl har man äfven här med djupets tilltagande observerat temperatur-förhöjning.

Vid första anblicken kunde det synas, som vore temperaturförhöjningen mot djupet, hvilken utvisas af observationerna i polar-bassinerna, theoretiskt omöjlig, emedan det varmare vattnet, såsom det lättaste, bör höja sig och oupphörligt blanda sig med det öfre, kallare, likasom vattnet i ett nerifrån upphettadt kärl småningom uppvärmes i hela sin massa. Men en noggrannare pröfning af alla omständigheter vid denna företeelse utvisar, att denna åsigt är oriktig. Ross har funnit, att vattnet vid ytan har visat en temperatur = $-1, 8^{\circ}$ R, men på 3600 fots djup = $+1, 7$. Enligt försök är nu vattnets täthet vid $+1, 7$ endast 0,000364 gg. mindre än dess täthet vid $-1, 8$; men på 3600 f. djup sammanpressas det af 112 atmosferers tryck, och genom försök är känt, att dess täthet förökas genom ett sådant tryck med 0,005376, följaktligen mycket mera än dess täthet förminskas genom värmets; derför är det undre vattnet, oaktadt sin högre temperatur, tätare än det öfre, och hela massan befinner sig i stadig jemvigt.

Vattnets
frysande i
Oceanen.

§ 39. Då hafsvattnets temperatur sänker sig betydligt under 0° , så tillfryser vattnet slutligen. Undersökningar i mindre scala hafva visat, att hafsvattnet fryser vid -6° ; om detta tillfrysande försiggår ganska långsamt, afskilja sig dervid största delen af saltpartiklarna, så att hafsvattens-is innehåller mindre salt än vattnet. Isen, som har en specifik vikt af 0,92, flyter på hafsvattnet och sjunker deri $\frac{1}{10}$ af sin volym.

Enligt Scoresby's observationer fryser hafsvattnet icke allenast kring kusterna, utan äfven midt uti öppna hafvet; den tunna isskorpan sönderslås likväl straxt af vågorna och bildar en massa, som Ryssarne kalla *Salo*, men hos engelska hvalfiskfångare heter *sludge* (is-sörja); genom denna is-sörjas tillfrysande bildas stora isstycken, som af hvalfiskfångare kallas *pancocs* (isskollor); genom isskollornas samman-

frysande uppstå *is-fält*, hvilka stundom höja sig 6 fot öfver vattnet. Då dessa isstycken ånyo af starka vågor sönderbrytas, så uppstår en massa, som af hvalfiskfångare och nordliga sjöfarare kallas *pack* (pack-is); vid stark köld tillfryser denna pack-is ånyo, och vid temperatur-förhöjning samt stark våg-gång sönderbrytes den åter i stycken. Utom denna pack-is, som för öfrigt från alla sidor omger den södra Continenten, flyta ännu i polar-hafven ofantliga massor af ren och genomskinlig is, de såkallade *is-bergen*; de bildas på continenternas kuster af smält och ånyo tillfrusen snö, på samma sätt som *gletscherna*, om hvilka vi längre fram skola tala. Om deras massa blir allt för tung, så brista de och falla i hafvet, der de kringföras af vindarna och uppträda ofta till och med i de tempererade zonernas haf, tills slutligen deras ofantliga massor smälta af solvärmen. Dessa isberg höja sig ända till 100' öfver vattnet, samt ligga under vattnet ända till 400'. Stundom påträffas de i ofantlig mängd; Ross räknade engång öfver 700, hvilka alla på en och samma tid voro synliga; för sjöfarare i polar-hafven äro de isynnerhet under stormiga nätter ganska farliga. Ofta inträffar det, att en del af isen på ena sidan smälter hastigare än på den andra, och då kullstörtas plötsligen hela berget.

Genom *Wrangel's* observationer känna vi noggrannare företeelserna vid ismassornas bildning på Norra Asiens kuster. Hafsvattnets tillfrysande börjar der vid en temperatur af -5° R; äfven här sönderbrytes snart det första islagret af vågorna samt tillfryser ånyo; efter åtskilliga förstöringar och nytt tillfrysande företer isen utseendet af en ofantlig slätt, på hvilken endast på några ställen små upphöjningar visa sig, bildade genom is-stycken, hvilka af vågorna blifvit kastade på hvarandra. I Norra Sibirien kallas dessa ismassor *Torosi* (simmande isberg), och Wrangel såg dem ända till 80 f. höjd. Under färdens på dessa fält mot N. anträffade han långa öppna remnor eller *råkor*, innan han upp-

nådde öppna hafvet eller den *stora råkan*, som med en längd af 270 geogr. mil sträcker sig från ön Kotelnoj mot SO. På isytan förekomma ofta saltpartiklar, kringkastade i små högar; det är qvarlefvor af det fördunstade hafsvattnet, som af vågorna blifvit uppkastadt på isfältet; de kallas på dessa orter *Rassoll* (saltlake).

Ett helt annat utseende förete kusterna af den ny-upptäckta 6:te Södra continenten; *Ross* har sett den omgifven med en mur af 300' hög ren is. De isberg, som i ofantlig mängd simma i Södra Oceanen, äro troligen icke annat än lösryckta stycken från denna mur.

Vattnets rörelse i Oceanerna.

Vatten-partiklarne på hafsytan befinna sig aldrig i relativ hvila till hvarandra, utan äro underkastade åtskilliga rörelser, af hvilka man kan åtskilja tre slag: *ebb* och *flod*, *strömmar* och *vågor*.

Ebb och
flod.

§ 40. Ebb och flod-fenomenet är endast märkbart på kusterna af stora oceaner och sådana haf, som med dem äro i öppen förening; deremot är ebb och flod aldeles icke, eller åtminstone ganska obetydligt, märkbart i smärre från oceanerna skilda vatten, t. ex. i alla insjöar, — till ochmed i de största bland dem (såsom i Kaspiska hafvet) — äfvensom i sådana haf, hvilka äro förenade med oceanen endast förmedelst ett smalt sund (såsom t. ex. Östersjön och Medelhafvet). Sjelfva ebb- och flod-fenomenet består i följande; under loppet af några timmar höjer sig vattnet på kusterna allt mer och mer, tills det uppnått sin culminationspunkt d. ä. tills *floden* nått sin största höjd; derefter börjar vatten-ytan småningom att sänka sig, och detta fallande räcker omkring 6 timmar, tills hafs-ytan nått sitt lägsta stånd, d. ä. tills tiden för den lägsta *ebben* inträdt; sedan börjas åter ett 6 timmars stigande till den *andra högsta floden*, hvarefter ånyo följer en dylik *ebb* o. s. v. Följaktligen uppnår vattnet tvenne gånger på dygnet den högsta och tvenne gånger

den lägsta höjd, eller under dygnet uppstår tvenne gånger flod och tvenne gånger ebb. Likväl förblifva tiderna för floden och ebben på olika dagar aldeles icke de samma, och i detta hänseende hafva observationerna uppdagat följande lag: antagom, att på en bestämd dag en af floderna inträffar jemnt vid middagen, så följer första ebben icke precist efter 6 timmar, utan efter 6 timm. och 12'; derefter inträffar den andra floden kl. 12 och 25' om natten, den andra ebben kl. 6 och 37' följande morgonen, och andra dagen infinner sig den första floden icke vid middagen utan 50 minuter sednare, eller som man säger, *den motsvarande floden på andra dagen inträffar 50 minuter sednare i förhållande till den första.*

Hvad *flodens höjd* beträffar — d. ä. niveauns höjd-förändringar mellan den lägsta ebben och den högsta floden, så är den på olika ställen mycket olika, hvarom vi längre fram skola tala; men äfven på ett och samma ställe förändras denna höjd ganska mycket på olika tider, och under loppet af några månader öfver detta fenomen anställda noggranna observationer hafva visat, att flodernas största höjd inträffar i nymåne och fullmåne, d. ä. i *syzygierna*, samt den lägsta i första och sista kvarteret, d. ä. i *quadraturerna*.

Fäste vi uppmärksamhet på flodens dagliga tardation, så märke vi, att denna 50 minuters tardation fullkomligt motsvarar månens gång, hvilken ock hvarje dag 50' sednare passerar ortens meridian. Det är nämligen bekant, att månens rörelse på himlahalvfvet omkring jorden försiggår sålunda, att månen dagligen rör sig från V. åt Ö. mellan tvenne orörliga stjernor, så att den vid himlahalvfkets skenbara rörelse kommer att för hvarje följande dag passera meridianen 50 minuter sednare. Genom sammanträffandet af flodens dagliga tardation med månens, synes att floderna alltid inträffa, då månen har samma läge i förhållande till meridianen, och häraf kunde vi redan sluta, att denna företeelse uppkommer genom månens inverkan. Den andra företeelsen, att de högsta floderna inträffa i syzygierna och de lägsta i

qvadraturerna, utvisar, att ebb och flod äfvenledes beror af solen, ty syzygierna skilja sig från qvadraturerna derigenom, att under de förra solen, månen och jorden befinna sig nästan i en rät linie, då deremot under qvadraturerna de linier, som sammanbinda jordens medelpunkt med solens och månens, bilda en rät vinkel med hvarandra; derföre är det tydligt, att flodens högsta och lägsta höjd på ett och samma ställe beror af solens läge i förhållande till månen. Månens och solens mest öfverraskande inverknings på jordklotet härröra af deras attraction, derföre är det naturligast, att äfven söka orsaken till ebb och flod uti den attraction, som dessa bägge himlakroppar utöfva på jordklotet; och i sjelfva verket har redan *Newton*, straxt efter upptäckten af de allmänna gravitations lagarne, gifvit en riktig förklaring öfver detta fenomen.

§ 41. För att bättre begripa denna företeelse, antagom först, att jorden vore en fluid sfer, och låtom oss se, hvaruti verkan af den attraherande massan hos himlakroppen på en sådan sfer skulle bestå. Låt ABED föreställa det fluida jordklotet, hvars axel är i C (fig. 9) vinkelrät mot papprets plan, och låt medelpunkten för himlakroppen, hvars attraherande kraft kan anses koncentrerad i denna medelpunkt, ligga i M, d. ä. i ækvatorns plan. Följden af denna kropps attraction blir då jordens fallande mot M. Om nu härvid alla partiklar hafva samma hastighet, så är klart, att jordklotets form icke förändras; men detta kan icke vara möjligt, emedan M's attraction blir starkast på den närmaste punkten A, och tillfölje deraf skall partikeln A falla fortare, än de öfriga partiklarna; jordens medelpunkt C faller långsammare än A, och långsammast faller punkten E, såsom mest aflägsen från M. Men, emedan cohæsionen emellan jordpartiklarne icke tillåter dessa att skilja sig från hvarandra, så blir diameterns AE förlängning en oundviklig följd af punkten A's hastigare fall, och följaktligen förkortas diametern BD; jorden antager således under sitt fall läget och

Theoretisk förklaring öfver denna företeelse.

formen $A'B'E'D'$, hvaraf synes, att A har fallit stycket AA' , C stycket CC' , och E stycket EE' .

För att mer närma oss verkliga förhållandet, vilja vi föreställa oss, att jordklotet (fig. 10) består af en fast kula $GFKL$, omgifven med ett concentriskt flytande öfverdrag $DABE$; då måste F starkare attraheras af M än C , och C starkare än L ; men i följe af dessa och i allmänhet af alla partiklars starkare cohesion hos fasta massan $GLKF$, kommer kulan icke att förändra sin form, utan alla fasta partiklar tillsammans komma att falla långsammare än F , men fortare än L , hvarigenom jordklotets hela fasta massa erhåller en viss medelrörelse; det flytande öfverdraget antager deremot aflång form. Derföre komma de flytande partiklarna i A att höja sig öfver det fasta klotet, och detsamma inträffar äfven vid E , hvarest hafs-bottnet genom M 's attraction blir liksom ryckt neråt. Om vi nu på fyra ställen (fig. 11) föreställa oss upphöjningar på det fasta klotet, hvilka vid P , Q , R , och I uppskjuta ur vattnet, så kommer vid P och R vattnet att utvisa en höjning (flod), samt vid Q och I en sänkning (ebb), d. ä. såväl flod, som ebb uppstå vid en och samma tid på tvenne 180 grader från hvarandra aflägsna diametralt-motsatta punkter; ebbnen åter inträffar 90° från floden. Men under den tiden, som elipsoiden $A'B'E'D'$ (fig. 10) bibehåller sitt läge i förhållande till M , rör sig jorden omkring axeln C i riktning från $V.$ åt $Ö.$; häraf uppstår samma företeelse, som om elipsoiden $A'B'E'D'$ skulle röra sig från $Ö.$ åt $V.$ omkring fasta massan $AGLK$; derföre kommer under en hel sådan vändning, d. ä. på ett dygn, punkten P att tvenne gånger hafva flod och tvenne gånger ebb.

Förhållandet emellan diametrarne $A'E'$ och $D'B'$, eller *flodhöjden*, beror tydligen, för det första af Kroppen M 's attraktionskraft, för det andra af kroppen M 's afstånd, emedan floden uppstår endast genom skilnaden i fall-hastighet hos punkterna A och E , eller af punkterna A' och E' attra-

ctions-förhållande; men detta förhållande blir desto större, ju mindre afståndet mellan kroppen M och jordens medelpunkt är i förhållande till dess diameter. Om d är afståndet mellan M och C , $2r$ jordens diameter, samt K attractionskraften, så blir *flod-frambringande kraften* p : 1) direct proportionel till attractions-kraften K , som sjelf beror af den attraherande kroppens massa m och dess afstånd d , samt uttryckes genom $K = a \frac{m}{d^2}$ (der a uttrycker attractionen, då massan = 1, och afståndet = 1, och 2) direct proportionel till förhållandet $\frac{2r}{d}$. Derföre kan hela flodframbringande kraften p uttryckas genom

$$p = K \frac{2r}{d} = 2ar \frac{m}{d^3}.$$

Låtom oss nu öfvergå från dessa allmänna undersökningar till vårt enskilda fall, d. ä., låtom oss betrakta inflytandet af månens attraction på jordens flytande yta. Vanligen säger man, att månen M (fig. 12) rör sig omkring jorden F ; men af central-rörelsens teori följer, att i verkligheten bägge kropparne röra sig omkring en gemensam tyngdpunkt, som befinner sig t. ex. i C , sålunda, att om M rör sig till M' , så rör sig jorden F längs en cirkelformig bana till F' . Men nu är det klart, att om F rör sig längs cirkeln omkring C , så att den t. ex. efter en minut befinner sig i F' , så har den egentligen fallit mot punkten C stycket LF' , emedan förutan C 's attraction kroppen skulle rört sig i en rät linie och efter denna tid hade befunnit sig i L ; till följe af C 's attraction befinner den sig emellertid i sjelfva verket i F' , och följaktligen har den fallit mot C stycket LF' . Således faller jorden verkligen mot månen, hvarföre alla slutsatser, till hvilka vi ofvan kommo för ett sådant fall, här kunna tillämpas, och följaktligen uppstå på jorden ebb och flod af månens inverkan, hvardera tvenne gånger i dygnet med 50 minuters tardation, ty så mycket faller äfven månen sjelf ifrån de orörliga fixstjernorna vid himlahvalfvets kringsvängning. Samma

företeelse måste äfven uppstå genom solens inverkan, hvilken himlakropp tvingar jorden att röra sig omkring sig i en nästan cirkelformig bana, och i följe deraf oupphörligt falla i riktning mot sin medelpunkt. Derföre måste vi äfven genom solens inverkan erhålla ebb och flod, hvilka komma att skilja sig från månens ebb och flod blott derigenom, att perioden för floden fulländas precis på ett dygn utan all tardation. Det frågas nu: hvilken af dessa bägge floder blir den starkare? Å ena sidan är solens attraction ojemförligt starkare än månens, å den andra är solens afstånd så stort, att attractions-skilnaden på de närmaste och mest aflägsna partiklarne af jordklotet nästan försvinner i förhållande till hela afståndet. Vår ofvanför anförda formel, som uttrycker flodframbringande-kraften genom $p = 2ar \frac{m}{d^3}$ tillåter oss, att med ziffertal upplösa denna fråga. Låt bokstäfverna i i denna formel angå månen, så kan solens flodframbringande-kraft uttryckas genom $p' = 2ar \frac{m'}{d'^3}$, då m' ytrycker massan och d' afståndet från solens medelpunkt till jordens; häraf fås $p : p' = 2ar \frac{m}{d^3} : 2ar \frac{m'}{d'^3} = \frac{m}{d^3} : \frac{m'}{d'^3}$. Om jordens massa antages som enhet, så blir solens massa eller $m' = 360000$, månens massa eller $m = \frac{1}{80}$, solens afstånd $d' = 24000$ jordradier, månens afstånd $d = 60$ jordradier; hvarföre vi hafva $p : p' = \frac{1}{80 \cdot 60^3} : \frac{360000}{(24000)^3}$ eller approximativt $9 : 4$, d. ä.: *flod-höjden, som förorsakas genom månen, förhåller sig till flod-höjden, som förorsakas genom solen, såsom 9 förhåller sig till 4*. Om derföre niveaus höjd på ett gifvet ställe genom mån-floden blir 9 fot, så blir denna höjd endast 4 fot under solens inflytande. Sålunda är det begripligt, hvarföre mån-floden blir starkare än sol-floden, ehuru solens attraction är 180 gånger större än månens; men det oaktadt är det tydligt, att en genom solen frambragt flod blir på jorden ganska märkbar, så att hufvud-fenomenet af ebb och flod kommer att bero af månen, samt att inflytandet af sol-floden blir märkbart i dess

variationer. Om sol- och mån-floderna komma att inträffa på samma tid, så uppstår hafvets upphöjning genom dessa bägge kroppars inflytande, och den blir lika med summan af deras flodhöjder, t. ex. i vårt exempel $9' + 4' = 13'$; om mån-floden sammanfaller med sol-ebben, så uppkommer en flod, men dess höjd blir lika med bägge höjdernas skilnad, d. ä. $9' - 4' = 5'$. Flodernas sammanfallande inträffar, då den längre axeln af den genom månens inverkan bildade flytande elipsoiden sammanfaller med den längre axeln af en dylik elipsoid, bildad genom solens attraction, d. ä., då solen och månen befinna sig i rät linie med jorden, hvilket inträffar i syzygierna (full-måne och ny-måne), och vi hafva sett, att floden i sjelfva verket är vid denna tid störst. Om deremot bägge elipsoidernas längre axlar äro vinkelräta emot hvarandra (hvilket inträffar i kvadraturerna), så sammanfaller mån-floden med sol-ebben, och flodens höjd blir den lägsta, hvilket är aldeles öfverensstämmande med observationerna.

Isorachier
och flod-
höjder.

§ 42. Hittills hafva vi antagit, att jorden vore ett fast klot, likformigt på alla sidor omgifvet af hafvet, då likväl vattnet på jordens verkliga yta är mångfaldigt genombrutet af stora continenter och mindre öar. Hafs-ytans successiva höjning genom flodens verkan på olika longituder eller *flod-vågen*, som på $24^h 50'$ rör sig kring jorden, i öfverensstämmelse med månens synbara rörelse från Ö. åt V., har för denna rörelse fritt fält blott i stora Södra Oceanen, förbi södra spetsarna af Afrika, Amerika och Nya-Holland, då mera mot norr Amerika, Asien och Afrika sätta en gräns för denna flod-vågens rörelse. Derföre bör flod-fenomenet i sin enklaste form visa sig endast i Södra Oceanen, hvilket också i sjelfva verket fullkomligt besannas; deremot är det mera sammansatt i Atlantiska, Stilla- och Indiska-Oceanerna.

Antagom, att flod-vågen i momentet af sin största höjd framskrider i Södra Oceanen precis vid middagen mellan Afrikas och Amerikas yttersta spetsar, så kan den icke för-

blifva utan inverkan på Atlantiska Hafvets vatten-massa, utan bör, iföljd af flytande kroppars natur, på denna vatten-massa öfverflytta sin förhöjning; på samma tid, som hufvud-vågen rör sig i Södra Oceanen från Öster åt Vester, utbreder sig sålunda i Atlantiska Hafvet från S. åt N., en af henne bildad *sido-våg*, hvilken småningom uppnår kusterna af Europa. Följakteligen är floden i Atlantiska hafvet en *sido-flod*, och genom jemförelse af liktidiga floder på många ställen af detta haf kan man bestämma, med hvilken hastighet floden framskrider. Engelsmännerna *Lubboek* och *Whewel*, hvilka jemfört alla till detta ämne hörande observationer, hafva på kartor framställt resultaten af sina forskningar, i det de genom linier förenat alla de ställen, der flod inträffar på samma tid; dessa linier kallas *cotidal-linier* eller *isorachier*. Deras läge på vestra kusten af Europa är framställt på kartan IV, hvarest de vidskrifna ziffertalen utmärka tiden, på hvilken en och samma flod-våg uppnår olika ställen, då man antager tiden för den alstrande vågen i Södra Oceanen lika med 0 timmar. En blick på dessa linier visar, att hög-sjö i Themsen inträffar 60 timmar sednare, än den motsvarande vågen passerar södra delen af Atlantiska Oceanen. Man ser äfven lätt, att isorachierna äro tätare, ju mindre djupt hafvet är, hvaraf följer, att hastigheten för vågens framskridande tilltager med djupleken, ett resultat, som är fullkomligt öfverensstämmande med erfarenheten öfver hastigheten af vågens framskridande. I Canal La-Manche, som har ett obetydligt djup, ligga dessa linier ganska nära hvarandra, och härigenom förklaras äfven den företeelsen, att i samma canal märkes på ett ställe flod, då ett annat har ebb.

Ännu anmärkningsvärdare är detta phenomen i Nord-sjön. Kartan visar, att tvenne flod-vågor der mötas; en af dem intränger i Nord-sjön mot Söder, sedan den kringgått Irland och nordliga ändan af Schottland, den andra deremot löper från S. mot N, sedan den gått genom Canal La-Manche. Vid dessa vågors sammanträffande uppstå, såsom

synes, de sällsammaste företeelser. Om en flod på ett ställe uppstår af ett vågssystem och af ett annat äfven en flod, så blir följden deraf en betydligt förstärktflod; om deremot en ebb af ett system sammanträffar med en flod af ett annat, så uppläfvä deras ömsesidiga inflytanden hvarandra, och vattnet på sådana ställen visar aldeles ingen höjdförändring. De fenomen, som inträffa vid sammanträffandet af tvenne flodvåg-systemer, äro bekanta under namn af isorachiernas *interferens*.

Af alla haf, som stöta till Europeiska Ryssland, företer endast Hvita-hafvet ebb- och flod-fenomenet, hvilket t. ex. i Archangelsk är ganska märkbart. Här inträffar äfven ett eget fenomen, som ännu icke är fullkomligt förklaradt, men som troligen också är en följd af interferensen; det är för dervarande invånare bekant under namn af *död-sjö* (Manicha) och består deri, att, om vattnet (isynnerhet under hög-flod) höjer sig, så tvärstagnar denna stigning under loppet af en bel timme nästan midt i stigandet, eller till och med sänker sig litet, och sedan begynner floden ånyo. — Sådana egenheter och efter utseende oregelbundenheter i ebb- och flod-fenomenet förekomma äfven i andra vikar, men en noggrannare undersökning af alla dessa fenomen kunna icke ingå i denna kurs.

Sjöfarande kalla tiden, som förflyter mellan månens culmination och floden, för *hamntid*; af det föregående är tydligt, att hamntiden för hvarje hamn blir en annan, allt efter som isorach-vågen har uppnått den förr eller sednare.

Hvad flodens absoluta höjd, hvarmed vi förstå skillnaden mellan den högsta floden och den lägsta ebb, vidkommer, så beror den nästan helt och hållet af kusternas gestalt och bugter; i allmänhet är stigandet starkare i vikar, der vattnet under flod-tiden allt mer och mer sammantränges, än i midten af Oceanen. Uti öppna hafvet stiger flod-vågen till nära 3', i Archangelsk till 5', i *S:t Malo* till

50', i Engelska kanalen till 38'; på kusterna af Norra Amerika vid *Fundy-Bay* har man observerat den starkaste flod, hvilken uppnått ända till 70 fots höjd.

Flodvågen intränger från hafvet i flodernas mynningar och kan i dem observeras på en temmeligen stor utsträckning. Sålunda är inflytandet af flodvågorna i Themsen, Norra Dvina m. fl. märkbart på flere verst. Verkande emot flodströmmen, hopdrifver flodvågen vattnet, samt förorsakar här stundom egna företeelser, hvartill böra t. e. de i Södra Frankrike i floden Dordogne så kallade Mascarets; vid stark flod rör sig vattnet här häftigt uppåt längs floden, likt en afskild stor våg, som ofta är farlig för smärre båtar,

§ 43. Vattnets strömmande i Oceanerna observeras Strömmar
i Ocea-
nen. nästan öfverallt, ehuru på några ställen starkare och på andra svagare; bestämmandet af riktningen och hastigheten hos strömmen är endast möjligt på skepp, men temmeligen svårt, emedan skeppet äfven själf deltagar i denna rörelse. Det enda medel, som vi för detta ändamål äga, består i följande: sjöfararen bestämmer hvarje dag på tvenne sätt förändringen af läget hos sitt skepp; för det första, i det han observerar (så ofta, som möjligt) skeppets direction efter *kompassen*, och bestämmer dess hastighet förmedelst *loggen*, utmärker han på kortet sin väg i dygnet; för det andra, bestämmer han sitt geografiska läge efter *astronomiska observationer*; om läget, bestämdt enligt det andra sättet, sammanfaller med det på kortet antydda läget, så sluter han nu, att ingen ström har inverkat på fartygets rörelse; i motsatt fall, om skeppets läge, sådant det är utsatt på kortet, afviker från det genom astronomiska observationer härledda läget t. ex. 20 verst mot Ö, så antager man Oceanens ström som orsak hertill och säger, att på detta ställe har verkat en ostlig ström med 20 versts hastighet i dygnet *). Denna method för strömmarnas bestämmande är

*) Strömmars riktning brukar man beteckna motsatt mot beteckningen

ganska osäker, isynnerhet ifall de äro obetydliga, emedan hvarje vårdslöshet vid fartygets styrande efter kompasset, hvarje fel hos sjelfva kompasset, och slutligen hvarje miss-tag vid bestämmandet af seglingens hastighet tillskrifves strömmen; derföre kan man icke förr antaga existensen af någon ström uti Oceanen för bevisad, än den blifvit antydd af flere sjöfarande på ett och samma ställe och i samma rigtning, eller ock endast i det fall, då skilnaden i skeppets läge, bestämdt efter de begge ofvanomnämnda methoderna, långt öfverskrider de sannolika observationsfelen. Derigenom, att man jemfört ett stort antal sådana observationer, har man slutligen erhållit kännedom om de förnämsta hafsströmmarna.

Uti de tropiska trakterna har man öfverallt bemärkt vattnets strömmande från Ö. åt V., bekant under namn af den stora *equatorial-strömmen*. Dess orsak är hittills icke ännu fullkomligt känd; man förmodar, att man bör söka den i flodvägen och passadvindarne, hvilka i dessa trakter beständigt hafva rigtningen från Öster åt Vester. I Atlantiska Oceanen börjar denna ström vid Afrikas kuster och går rakt emot Södra Amerikas ostligaste udde; här delar sig strömmen, (se kartan II), en af dess grenar vänder sig mot S., hvarest man följt den ända till Cap Horn; den andra grenen går längs Södra Amerikas norra kust, samt inträder i Mexikanska viken, hvarvid dess hastighet till följe af sammanpressningen tilltager allt mer och mer. I viken vänder sig strömmen mot N., stryker längs Floridas södra kuster och utgår här i Atlantiska Oceanen; der löper den mot N. till New-foundland förbi kusterna af Förenta Staterna, vänder sig mot Ö., samt går allt mer och mer försvagad ända till midten af Norra Atlantiska Oceanen. Denna ström kallas på kusterna af Förenta-Staterna *Golf-strömmen*. Emedan

af vindarnas rigtning; en ostlig ström är vattnets strömmande från V åt Ö, en ostlig vind är deremot en vind, som blåser från Ö åt V.

den mot N. tager med sig den tropiska Mexikanska vikens vatten, så utmärker den sig äfven genom vattnets höga temperatur, och derföre kunna sjöfarare medelst thermometer ganska lätt bemärka densamma. Det tyckes, som denna Golfström skulle i norra Atlantiska Oceanen ånyo dela sig; en gren vänder sig mot S. till Azoriska öarna, samt derifrån ånyo till Afrikanska kusten; den andra grenen åter vänder sig mot SO och sköljer Irlands, Stora Brittaniens, samt till och med Norriges vestra kuster, ty det händer, att tropiska växter och frukter flyta till de Norska kusterna. Uti Stilla Hafvet observeras en stark ström, känd under namn af den *Peruanska*, längs Södra Amerikas vestra kust i riktning från S. åt N. (se kartan II); den framdrifver Södra Oceanens kalla vatten till de tropiska trakterna, hvarest den vänder sig mot V., och öfvergår i den allmänna *æqvatorialströmmen*. Mindre starka äro strömmarna i de Nordliga hafven; vid Spetsbergen har man observerat en SV-ström, hvilken för isbergen från Norra Ishafvet och Grönlands kuster mot S, stundom ända till sjelfva tropikerna.

På de ställen, der tvenne haf äro förenade genom ett smalt sund, observeras vanligen en ström; sålunda har man i Gibraltars-sund funnit en ström på ytan, som går ifrån Atlantiska Oceanen till Medelhafvet, och på samma ställe en motsatt på betydligt djup.

En allmän, men svagare, ström måste existera på Oceanernas yta i riktning från tropikerna mot polerna, och på djupet åter från polerna till ækvatorn; dessa strömmar bero af æqvatorial-vattnets större värme, och om dem hafva vi redan förut talat vid undersökningen om hafvets temperatur.

Då det strömmande vattnet träffar på under vattnet liggande klippor och ref, så förökes strömkraften och antager ofta en roterande rörelse; uti mindre skala observera vi denna rörelse i dem af våra floder, som hafva steniga stränder. Af dessa vatten-hvirflar voro tvenne, *Scylla* och *Charybdis*, mellan Neapel och Sicilien, bekanta hos de gamla;

för det närvarande äro de likväl ganska obetydliga, troligen emedan de klippor blifvit förstörda, hvilka voro orsaken till de uppkomna vatten-hvirflarna. Mycket starkare och anmärkningsvärdare är på Norriges kust den så kallade *Malströmmen*.

Vågor i
Oceanen.

§ 44. Hvar och en känner våg-fenomenet, som visar sig på hvarje, till och med på den obetydligaste, vattenyta. Om vattnet på ett ställe genom någon orsak höjer sig och sedan sänker sig, så är det lätt att bemärka, huru denna rörelse fortplanter sig åt alla håll; härvid delar sig vattenytan uti med märkbar regelbundenhet på hvarandra följande upphöjningar och fördjupningar. Ett exempel i mindre scala lättar för oss föreställningen om denna företeelse. Föreställom oss ett några fot långt och $\frac{1}{2}$ fot bredt glaskärl af parallelipipedisk form fylldt med vatten. Upplyfta vi plötsligt vid fullkomligt lugnt vatten-stånd en del deraf vid ena ändan (t. ex. genom insugning i ett rör), och nerfälla den ånyo, så bemärka vi straxt, att vattnets upphöjning och sänkning meddelar sig åt alla dess partiklar, så att det tyckes, liksom vattnets upphöjda massa skulle utbreda sig från ena ändan till den andra. Strör man på vattenytan små kroppar, hvilka flyta på densamma, såsom t. ex. korkbitar, eller fäster man uppmärksamheten på särskilta vanligen vid olika djup simmande orenligheter, så ser man, att dessa partiklar hvarken på ytan eller i djupet hafva någon framskridande rörelse, utan röra sig blott fram och åter, samt derjemte upp och ned; deras verkliga rörelse, framställd i fig. 13, sker i ellipsen $AaA'a'$. Denna rörelse måste äfven vara sjelfva vatten-partiklarnas rörelse; hvarje af dem fullbordar en periodisk rörelse längs ellipsen, och vid slutet af perioden befinner den sig i samma punkt A , hvarifrån den började sin rörelse.

Nu är det icke svårt att begripa, huru denna rörelse fram och åter hos vatten-partiklarna befordrar den skenbara fortskridande rörelsen hos sjelfva vågen. Föreställom oss i fig. 13 en vertical genomskärning af vattnet MN , och

låt oss betrakta de på hvarandra följande rörelserna hos vatten-partiklarna A, B, C, D, \dots , vid vågens framskridande i riktningen från M till N . Hvarje af partiklarna A, B, C, D, \dots etc. beskriver en elliptisk bana, för A framställd genom kroklinien $AaA'a'$, för B genom kroklinien $B\beta B'\beta'$, för C genom $C\gamma C'\gamma'$ o. s. v.; men rörelsen börjas för hvarje punkt på olika tid, först i A , sedan i B , vidare i C, D, \dots i E , o. s. v. Om vi betrakta läget hos partiklarna i det moment, då A redan har fulländat sin fulla bana, så har B ännu icke fullbordat sin, utan befinner sig i b ; C är lika mycket aflägsen ifrån B , d. ä. bör vara i punkten c , och på samma sätt är D i d, E i e , o. s. v. Den kroklinie $Abcde$, som drages genom alla dessa punkter, framställer vattenytan i det gifna momentet och erhåller utseendet af $AFGKL$, der GKL antyder *våg-dalen*, AFG *våg-berget* och AL *våg-längden*. Häraf synes, att en våg sönderfaller i tvenne hälfter, i en upphöjd och en låg; summan af deras höjder bestämmer *vågens-höjd*, hvilken är lika med verticala diametern hos den ellips, som beskrifves af hvarje på ytan befintlig vatten-partikel. Om punkten A straxt efter fulländad bana begynner den ånyo, så skall efter den första vågen följa en annan, under det den första meddelar de följande partiklarna en rörelse framåt, och sålunda betäckes hela vattenytan af ett *våg-system*. De på djupet befintliga vatten-partiklarna beskrifva dylika ellipser, som de på ytan, endast att deras diametrar förminskas desto mera, ju lägre de äro under ytan och slutligen vid ett visst djup, som föröfrigt beror af vågens höjd på ytan, förblifva vatten-partiklarna fullkomligt stilla. Vid observation af detta fenomen uti parallelipipediska kärl af olika djup har man funnit, att vågen i ett djupt kärl rör sig fortare, än i ett mindre djupt.

Detta försök i smått kan omedelbarligen tillämpas till förklaring af hafsvågornas uppkomst. Orsaken till vågorna är vanligen en påstötning af vinden på en del af vatten-ytan.

och som oupphörligt upprepas genom vindens fortsatta inverkan; derföre sänker sig den stötta delen af ytan desto mera, ju starkare vinden är. Våg-höjden beror således af vindens styrka, men den beror äfven af vattnets-djup, emedan vid obetydligt djup rörelsen upphör genom vatten-partikelns stöt mot bottnet, och detta hinder återverkar på de öfre partiklarna. Af denna orsak äro vågorna i floder och i smala, grunda haf icke så höga, som i öppna Oceanen. Vatten-partiklarna på ytan ha, såsom redan anmärktes, ingen fortskridande rörelse, hvarföre äfven simmande kroppar genom vågornas inverkan alls icke skrida framåt i deras direction; men, emedan vågornas rigtning vanligen sammanfaller med vindens, så gifver denna sednare såväl åt de flytande kropparna, som åt vatten-partiklarna en viss rörelse framåt, hvilken likväl är vida obetydligare än vågornas rörelse. På hafs-stranden kan man verkligen varseblifva framryckandet af simmande kroppar mot stranden tillsammans med vågorna.

Vågor-
nas höjd.

§ 45. Vågornas höjd i öppna Oceanen är efter de noggrannaste observationer mindre än den, hvilken vanligen tillskrifves dem; till och med vid starka vindar är den icke öfver 30' eller 35', och uppnår blott sällan 45'. Bredden hos låga vågor är 50, men hos höga 20 gg. större än deras höjd; hastigheten af deras framskridande i Oceanen antages, allt efter hafs-djupet, från 16' till 50' i secunden. Men alla dessa mätningar äro icke särdeles säkra; de utfördes till största delen under samverkan af tvenne observatorer på fartyg, hvilka seglade tillsammans på mindre afstånd ifrån hvarandra.

Om ref, som höja sig ur Oceanens djup, eller branta stränder mota vågornas fria rörelse, så uppspritsa de mot detta hinder tryckta våg-partiklarne, och vatten-ytan förvandlar sig till skum; denna företeelse, bekant under namn af *bränning*, gör båtars landning vid Oceanens öppna kuster farlig, och stundom äfven fullkomligt omöjlig. På några ställen, der vatten-massan af bränningen inpressas mot klipp-

klyftor, sprutar vattnet upp med betydlig kraft och bildar fontäner, hvilka stundom uppnå 100 fots höjd.

Öfverallt är den åsigt utbredd, att på vatten-ytan utöst olja stillar vågornas häftighet, och detta är verkligen fallet med de mindre vågor, som krusa vattnet på de stora vågorna; här har denna åsigt blifvit bekräftad genom försöken; oljan jemnar vatten-ytan och betäcker den liksom med ett öfverdrag, hvaröfver vinden lättare halkar. Men försök, i detta ändamål enkom anställda i Holland, hafva ådagalagt, att detta medel visar sig vid stark våggång fullkomligt onyttigt.

Om källor och floder.

§ 46. Utom i Oceanerna förekommer vattnet äfven på jordytan i form af floder, sjöar och kärr; i dessa reservoarer skiljer det sig från hafs-vattnet genom sin obetydliga halt af salter och främmande ämnen. Vattnet rinner till dem ifrån källor, hvilka i sin tur erhålla det från jordens inre; derföre uppstår den frågan: hvarifrån samlar sig i det inre af jorden en sådan ofantlig mängd af sött vatten?

Vattnets
uppkomst
i källor.

De gamla hade en riktig åsigt öfver vattnets uppkomst i källor, i det de ansågo, att källorna bilda sig af atmosferens vatten, som nerfaller på jordytan i form af regn och snö. *Herodot* förklarade härigenom Nilens märkvärdiga öfversvämningar. Sedermera började man betvifla sanningen af detta påstående, i det man ansåg, att den vattenmängd, som från stora floder oupphörligt flyter till Oceanen, är nästan för betydlig i förhållande till den vattenmängd, som nerfaller ur molnen, och derföre ansåg man det för nödvändigt, att annorlunda förklara vattnets uppkomst i källorna. Några ansågo, att vattnet förmedelst i jordens inre verkande kapillar-krafter uppstiger från hafs-stränderna i fina mellan sandkornen befintliga mellanrum, eller i sprickor hos åtskilliga stenarter; men denna åsigt motsäga: 1:o) en fullkomlig brist af kok-salt hos källvattnet, och 2:o) den omständighet, att, ehuru vattnet väl uppstiger i smala hår-

rör till en betydlig höjd, det aldrig kan utrinna ur deras öfre ända, om också röret är kortare än den höjd, till hvilken vattnet skulle kunna uppstiga i detsamma. Andra åter antaga en hafsvattnets inre distillation i kraft af underjordisk värme; enligt deras åsigt tränger sig hafsvattnet genom jordens skorpa längs sprickorna till sådana djup, i hvilka temperaturen uppnår kokpunkten; här förvandlar sig vattnet till ånga och befrias derigenom från saltpartiklarna; ångorna uppstiga genom dylika små sprickor till jordskorpanns öfre delar, der de genom afkylning ånyo förvandlas till vatten, som samlas i underjordiska reservoarer och slutligen utrinna ur öppningarna, såsom källor. Men skulle källvattnet uppkomma på det sättet, tyckes det, att man borde finna dess temperatur högre än temperaturen hos den jordart, hvarur vattnet utrinna, hvilket vanligen icke är fallet; dessutom borde sprickorna, hvarigenom vattnets oupphörliga distillation för sig gått under loppet af så många år-tusenden, slutligen fullkomligt tilltäppas af de i dem aflägrade saltpartiklarne, och följaktligen borde äfven källornas lopp ofta afbrytas, hvilket likväl icke är fallet.

Således äro alla dessa åsikter om källvattnets uppkomst otillfredsställande, och vi äro tvungne, att återvända till förklaringen af dess uppkomst från atmosfäriskt vatten. För att förekomma allt tvifvel härom, bör man, om ock endast approximativt, bestämma nederbördens mängd ur atmosfären och mängden af det genom floderna bortflytande vattnet; d. ä. man bör jemföra vattnets *inkomst* med dess *utgift*.

Vi veta, att vattnet, som kommer från källor, flyter längs slutningarna till lägre ställen. I början har det vanligen utseendet af små rännilar, hvilka, sedan de förenat sig med hvarandra, redan bilda bäckar, åar och mindre floder; dessa bilda i sin tur mera betydande tillflöden till en *hufvud-flod*, som afför till hafvet vattnet från hela detta *flodsystem*. Den jordrymd, som upptages af ett flodsystem med alla dess floder, åar

och strömmar kallas *flod-bassin*, och det är klart, att jordens hela fasta yta kan indelas i sådana bassiner. Allt vatten, som, i hvilken gestalt som helst, nerfaller på en sådan bassin, utgör dess *inkomst*, och allt vatten, som bortrinner genom hufvudflodens mynning, utgör en del af *bassinens utgift*; en annan del åter af vattnet måste försvinna genom fördunstning. Det är för vårt ändamål af vikt, att med all möjlig noggrannhet bestämma denna inkomst och utgift för blott en enda bassin; i afseende å Englands bassiner sysselsatte sig *Dalton* med dessa undersökningar. De metoder, som han för detta ändamål begagnade, omtalas på åtskilliga ställen af detta verk; här inskränka vi oss endast till de resultater, som han erhöll.

Dalton fann, att volymen af nederbörden på Englands yta under loppet af ett år utgör ett lager, som till bas har hela Englands yta och till höjd 31 tum; dertill kommer ännu 5 tum dag, så att hela inkomsten uttryckes genom 36 tums höjd eller 3 fot. Genom alla Englands floder bortrinner åter årligen en vattenvolym af 13 tums höjd, så att 23 tum måste försvinna genom fördunstning. Enligt observationer, gjorda öfver mängden af det fördunstade vattnet, fann Dalton, att årliga mängden kan uttryckas genom 25 tum, d. ä. med tvenne tum mera; följaktligen blir utgiften högre än inkomsten, men denna qvantitet är obetydlig, om man tager i beräkning den mindre noggrannheten af facta vid sådana undersökningar. Ett dylikt resultat erhöll *Mariotte* i Paris för floden Seine.

I följd af dylika forskningar är det omöjligt, att icke öfverensstämma i den åsigt, att källvatten är atmosferiskt vatten; men, oaktadt allt detta, ansåg man denna förklaring icke fullkomligt tillräcklig, isynnerhet då under särskilda omständigheter vattnet plötsligen förökades utomordentligt emot det vanliga. Ett exempel på en sådan sällsam förökning af flodvattnet inträffade år 1824, då nästan hela Tyskland var öfversvämmadt genom vattnets stigande öfver strän-

derna i största delen af floderna; isynnerhet inträffade detta i hög grad i öfra Rhein, hvars yta på några ställen i slutet af October steg ända till 32 fot öfver det vanliga vattenståndet, och förblef vid 12 fots höjd deröfver till den 3 November.

För att förklara uppkomsten af en sådan ofantlig vattenmängd på så kort tid, har man antagit, att vattnet blifvit ur jordens inre reservoirer utträngdt i följd af underjordiska revolutioner; men emot en sådan åsigt kan anmärkas, att under denna tid icke de minsta spår hvarken af höjning eller sänkning någonstades på jordens yta blifvit observerade. Dessutom bör dertill läggas ännu en annan observation. Det är bekant, att i Schwaben, der dessa öfversvämningar voro särdeles starka, finnas under jordytan stora massor af bergsalt, i följd hvaraf man skulle förvänta, det vattnet från de förmodade underjordiska reservoirerna borde varit mättadt med salt; deremot var vattnet vid dessa öfversvämningar fullkomligt sött, och de talrika naturliga saltkällorna i dessa trakter visade ingen förändring i sitt vanliga tillstånd.

På andra sidan äga vi ett direct bevis derpå, att mängden af det atmosfäriska vatten, som nerföll omedelbart före denna tilldragelse, är fullkomligt tillräcklig för dess förklarande. *Schübler*, som speciellt sysselsatt sig med detta ämne, anmärker, att redan i Juli och Augusti samma år regnade det ganska mycket, under det fördunstningen var ganska obetydlig i följd af den låga temperaturen och atmosfärens större fuktighet. Uti October var nederbörden ånyo stark, så att engång enligt *Schüblers* mätningar nerföll 4",6 tum vatten under loppet af 36 timmar, och i några trakter af Schwartzwald till och med 7",2. För att erhålla ett begrepp om den ofantliga vattenmängd, som uttryckes genom dessa tal, anmärke vi blott, att i Petersburg faller icke mer än 18 tum under loppet af ett helt år. Af dessa facta uträknade *Schübler* vattenmängden, som nerföll på floden Nec-

kars bassin, och fann, att den icke allenast är tillräcklig för att förklara de omnämnda öfversvämningarna i dessa trakter, utan att den till och med långt öfverstiger deras volym, nämligen med $5\frac{1}{2}$ million kub. famnar; hela denna mängd har således blott genom fördunstning kunnat försvinna. Sålunda, oaktadt den besynnerlighet, som fenomenet af sådana häftiga öfversvämningar vid första anblicken företer, tjänar den dock just till bevis på källors och floders ursprung från atmosferiskt vatten.

§ 47. Men om nu det atmosferiska vattnet till sin qvantitet är tillräckligt, att underhålla källorna, så uppstår den frågan: huru kommer vattnet, då det faller på jordens yta, till de underjordiska rum, derifrån källorna uppträda? Undersökningar hafva visat, att det starkaste regn intränger i svartmylla icke djupare än $\frac{1}{2}$ fot; om svartmylle-lagret är mättadt med vatten till detta djup, så rinner redan det öfverflödiga vattnet på ytan, i det det bildar bäckar, hvilka åter förena sig till ett flodsystem, och följakteligen tjänar detta vatten icke mera till bildande af verkliga källor.

Ler-lager genomsläppa vattnet alldeles icke, men det intränger lätt genom sand-lager, genom fast sandsten och genom *luckra* kalkhaltiga bergarter, äfvenledes genom fast kalksten och plutoniska bergarter; men här genomtränger det icke sjelfva deras massa, utan söker sig väg genom sprickor, som i dessa bergarter vanligen finnas i stor mängd. Detta bevises derigenom, att alla schachter i grufvor, till och med de djupaste, erfordra, för att kunna utbrytas, en oupphörlig utpumpning af det genom de öfre lagren sickrande vattnet.

Vid betraktandet af jordskorpan inre sammansättning sågo vi, att de neptuniska lager, hvilka betäcka största delen af continenterna, bestå af tre olika lager: af sand-, kalk- och ler-lager; bägge de förra släppa vattnet igenom, liksom genom en sil, lerlagret deremot är för vatten aldeles ogenomträngligt. Nämda lager hafva till största delen ett lu-

Vattnet
såsom fly-
tande i
det inre
af jorden.

tande läge, isynnerhet ifall de ligga på bergssluttningar. Antagom nu (fig. 14), att A föreställer ett bergs plutoniska massa, till hvilken tre neptuniska lager B, C, D sluta sig; låt lagren B och D bestå af lera, lagret C af sandsten. Det atmosfäriska vattnet, som nerfaller på bergets spets och i b, c, d, kan nu icke ingå i lagren B och D, men insuges lätt i sandlagret C och samlas i dess inre, liksom i ett kärl, hvarvid de öfre partiklarna utöfva tryck på de lägre; derföre, om på något ställe finnes en öppning F, som går genom lagret D, så skall vattnet oupphörligt rinna ifrån denna öppning i form af en källa. Alla vatten-ådror, som genomtränga sandlagren, och som på sådant sätt tjena till samma källas underhåll, utgöra *källans vattenförande system* (källområdet); dessa underhållande vattenådror stå till källan aldeles i samma förhållande, som alla tillflöden stå till hufvudfloden; skilnaden består blott deri, att källsystemet är för oss osynligt, emedan det befinner sig under jordens yta, under det man kan följa ett flodsystem i hela dess utgrening.

Om vi föreställa oss 3 lager, tvenne yttre lerlager B och D, och det mellan dem liggande sand-lagret C, hvilka alla bilda en kittelformig fördjupning (fig. 15), så samlar sig det atmosfäriska vattnet, sedan det fallit på dessa schichters kanter b, c, d och b', c', d', samt endast genomgått sandlagret C på detta lagers nedre delar, och kommer att lida ett tryck motsvarande höjden FH'. Om vi nu genomborra lagren E och D förmedelst jord-borren, och derigenom öppna en konstgjord communication mellan lagret C och ytan G, så måste vattnet uppstiga genom denna öppning till höjden H, så att det vid G kommer att springa ur jorden, likt en springkälla; i andra fall kan ytan E ligga högre än vattnets niveau H, och då stiger vattnet i brunnen icke till öfversta kanten. Dylika borrade brunnar finnas för närvarande ganska många; de äro bekanta under namn af *Artesiska brunnar*, efter Fransyska provinsen *Artois*, der de finnas i stor mängd. Artesiska brunnar skilja sig synbarligen från

källor endast derigenom, att i de sednare kanalen, som förenar det af vattnet genomträngda lagret med jord-ytan, öppnat sig af naturen, under det den i de artesiska brunnarne är borrad genom konst.

§ 48. *Periodiska källor* kallas sådana, hvika periodiskt ^{Periodiska källor.} rinna starkare och åter svagare, allt efter som årstiden är mer eller mindre torr, eller efter som den jordmån är frusen eller upptinad, i hvilken vattenförråds-systemet befinner sig; till följe af den sednare orsaken upphör vattnet i många af Sibiriens floder helt och hållet att rinna om vintern. Källornas vattenrikedom beror desto mer af årstidens större eller mindre fuktighet, ju mindre deras område är.

Ett eget slag af periodiska källor utgöra de *intermittenta* källorna, hvilka vexelvis flyta och åter upphöra att rinna. Exempel på denna företeelse träffas på många ställen. *Engstli-Brunnen*, i Canton Bern, flyter endast från Maj till Augusti, dock icke oafbrutet, utan blott tvenne gånger i dygnet, om kring kl. 8 om morgonen och kl. 4 på eftermiddagen. I Södra Frankrike, i Languedoc, finnes en källa, som under sommar-månaderna fortfarande flyter 36 minuter; derpå upphör den att rinna, och förnyar åter sitt flytande efter 32 minuter. Källan *Bullerborn*, vid Paderborn i Westphalen, var i Tyskland för 150 år tillbaka mycket omtalad; den vexelvis flöt och stannade under förloppet af 6 timmar; nu visar den icke mer denna egenhet, utan rinner fullkomligt likformigt. Alla dylika phenomener förklaras, om man antager i jordens inre reservoirer, hvilka samla vattnet till dessa källor, och hvilka äro förenade med jordens yta genom kanaler af en egen bildning. Låt MN (fig. 16) föreställa ett bergs sluttning, hvarifrån en intermittent källa utrinner vid D, och låt i jordens inre A, vara en grotta eller en reservoir, till hvilken vattnet ankommer genom tillflödena a, a, a,; om nu BCD föreställer en sifonformig communication mellan reservoiren och bergets yttre yta, så samlar sig det inträngande vattnet i reservoiren, tills det fyller zifonen till höj-

den C; då börjar det utrinna genom D och detta fortfar så länge, tills vatten-ytan sänker sig till GQ. Derpå börjar reservoiren åter att fylla sig med vatten, tills ett nytt utflöde inträffar, o. s. v. Den till reservoirens fyllande från GQ till C nödiga tiden beror af tillförselns hastighet, följakteligen af den olika vatten-mängd, som under olika årstider nerfaller från atmosfären; om denna tillförsel är så stark, att reservoiren A ständigt förblifver fylld, oaktadt uttrinnandet, så förvandlas den intermittenta källan till en vanlig; vid tillförselns förminskning förnyar sig åter fenomenet. Om kanalen, som bildar den sifonformiga förbindelsen BCD, under tidernas lopp förstöres genom vattnets inverkan eller af andra orsaker t. ex. genom vulkaniska krafter, så förvandlar sig den intermittenta källan likaledes till en vanlig; denna sista omständighet har enligt all sannolikhet ägt rum med Bullerborn.

Intermittenta källor i största scala bilda de fontäner, som på Island framskjuta ur öppningarna i jord-ytan; dessa fontäner utmärka sig dessutom framför andra genom den höga temperaturen hos det utsprutande vattnet (omkring 80°.) Den största och mest kända bland dem är *Stora Geyser*. I den utkastas vattnet ur en vertical, cylindrisk kanal, som har 10' i diameter och 70 fots djup; yttre öppningen är omgifven af en grund bassin af 4's djup och inemot 60' i diameter; denna kanal är ständigt fylld med hett vatten, som innehåller en betydlig mängd upplöst kiseljord, och derföre äro alla yttre föremål betäckta med en skorpa af kiseljord, eller så kallad *sinter*. Tid efter annan (stundom en, två gånger i dygnet, stundom också oftare) uppkastas vattnet under starkt underjordiskt buller ur röret till 100's höjd och derutöfver; denna ofantliga fontän spelar från 4 till 10 minuter och afstannar derpå; derefter stiger vattnet småningom i röret, tills ett nytt utbrott inträffar. Mätning af vattnets temperatur på olika djup i stora Geyser förmedelst thermometrographen har visat, att den tilltager mot djupet; vid

en af dessa mätningar har man funnit, att temperaturen vid rörets botten var 102° R, under det den på ytan var endast 70° . Denna temperatures tillväxt mot djupet ger oss en naturlig förklaring öfver hela fenomenet. I detta afseende anmärka vi, att såväl 70 graders temperatur hos det öfre lagret, som 102 graders temperatur hos det undre, äro betydligt lägre än de temperaturer, som motsvara kokpunkterna hos dessa lager, emedan på det nedre lagret hvilar ett tryck af en atmosfär och dessutom af en 70 fots hög vattenkolonn, d. ä. af ännu tvenne atmosfärer; men vid tre atmosfärs tryck är kokpunkten icke vid 102° , utan vid 108° ; likaledes visar sig äfven vid alla mellanliggande lager, att vattnets temperatur ända till utbrotts-momentet är öfverallt lägre än kokpunkten, samt att den öfverallt vid utbrottets annalkande närmar sig denna punkt. Om nu således temperaturen vid något af de lägre lagren hade uppnått denna punkt, så måste på detta ställe en uppåtsligande ångblåsa bilda sig; men under dess uppstigande träffar den ett lager, som icke ännu har kokpunktens temperatur, och därför öfvergår den ånyo i flytande tillstånd, hvarigenom vattnet i röret endast uppröres, hvilket man också verkligt observerar före utbrottet. Genom sådana ångblåsors inverkan fortfar vattnet i de öfre lagren att uppvärmas så länge, tills slutligen hela vatten-massan i kanalen uppnår kokpunktens temperatur, och då förorsakas utbrottet af den första uppstigande ångblåsan. Ångorna, hvilka under uppstigandet bibehålla sin gas-form, upplyfta nu det öfre vattenlagret, hvarigenom en del deraf utrinner i den öfre bassinen; härigenom förminskas plötsligt trycket på alla lagren, och, som vattnet öfverallt redan var uppvärmdt till kokpunkten, så uppstår tillfölje deraf en ångbildning på hela rörets längd; genom sin elasticitet uppkastas nu dessa ångor jemte vattnet, hvarigenom trycket på de lägre lagren ännu mera förminskas, så att inom kort hela vatten-massan utkastas ur kanalen.

Det återstår således endast att förklara, hvaraf vattnets uppvärmning i Geyser förorsakas; men i en trakt, som befinner sig i centern af flere våldsamma vulkaner, är det icke svårt att finna källan till denna uppvärmning, och utan tvifvel slutar sig Geyser-kanalens nedre del till det inre af en vulkan.

Källors
tempe-
ratur.

§ 49. Med temperatur-förändringen hos luften under loppet af dygnet förändras vanligen icke källornas temperatur, men under loppet af året observeras äfven hos dem förändringar, hvilkas amplituder äro ganska olika; källornas medeltemperatur närmar sig luftens medeltemperatur på samma ort, likväl med det undantag, att i tropiska trakter största delen af källorna är litet kallare än luften, under det källorna i de tempererade länderna vanligen äro varmare än luften. Alla dessa genom observationer kända företeelser förklaras lätt af teorien, blott vi taga i betraktande, att källornas vatten uppkommit af atmosfäriskt vatten. Det atmosfäriska vattnet måste, under dess sickring genom jordskorpaus lager, antaga de lagers temperatur, genom hvilka det sickrar, och med hvilka det förblifver i beröring under loppet af en längre tid; under ett hastigare rinnande genom en naturlig eller artificiell kanal, som förenar den inre reservoiren med jordytan, kan vattnet förlora endast en obetydlig del af sin värme, och det så mycket mindre, som den oafbrutet rinnande strålen slutligen meddelar åt kanal-vägarne sin temperatur. Vi få i det följande se, att det vattnet, som rinner i det inre af jorden ofvanom den constanta temperaturens lager, är desto mera underkastadt temperatur-förändringar, ju högre ytan detta lager ligger; derför måste, allt efter det lagers djup, hvarifrån vattnet uppstiger, källornas årliga temperatur-amplituder blifva ganska olika, hvilket äfven fullkomligt öfverensstämmer med observationerna, och det ges källor, hvilkas temperatur under loppet af hela året endast förändrar sig om några tionde-delar af en grad. Här af är tydligt, hvarför källvattnet om sommaren alltid är kal-

lare än luften, medan samma källor om vintern under stark köld icke tillfrysas. Källvattnets mindre värme i jämförelse med temperaturen hos luften i de tropiska länderna förklaras derigenom, att det atmosfäriska vattnet bibehåller en del af sin köld, såsom kommande från betydligt större höjder, der luftens temperatur är lägre än på jord-ytan; i våra trakter åter, der jord-ytan om vintern under loppet af en betydligare tid är betäckt med ett snö-lager, som är dålig värmeledare, är de inre jord-lagrens temperatur mindre beroende af luftens temperatur, än om sommaren; derför måste jordens medel-temperatur, och följaktligen äfven det genom henne flytande källvattnets, vara högre än luftens medeltemperatur.

Men det inträffar ock ganska ofta, att källvattnet är betydligt varmare än luften; sådana källor kallas *Varma källor* (thermer). Till största mängd förekomma de varma källorna i tydligt vulkaniska trakter (t. ex. Geyser på Island), eller på sådana orter, der bergens geognostiska bildning åtminstone antyder vulkaniska krafter forntida verksamhet. Dessa vattens högre temperatur är derför en följd af den höga temperatur, som verkar vid vulkaniska utbrott.

§ 50. Källvatten är nästan aldrig fullkomligt rent, utan innehåller en större eller mindre mängd af särskilda salter, nämligen: koksalt, kolsyrad kalk o. s. v. samt dessutom ännu en mängd organiska ämnen; genom tillkomsten af dessa ämnen upplöses två svårt i detta vatten, som derför får namn af *hårdt*; vid en mindre mängd af dessa ämnen är vattnet tjenligt till tvätt och kallas då *mjukt*. Mineral-vatten.

Om halten af de i källvattnet upplösta mineraliska partiklarna är så betydlig, att vattnet genom dem erhåller en egen smak, så kallas dessa källor *mineral-källor*, och begagnas, som bekant är, med stor fördel i Medicinen.

Mineral-källor delas efter de ämnen de innehålla i följande slag:

I. *Surbrunnar*, som innehålla en stor mängd kolsyre-

gas, till följe hvaraf de komma från jordens inre med ett eget porlande, förorsakadt af de från vattnet uppstigande gasblåsorna; detta gasens frigörande från vattnet härrör af den på dess yta förminskade tryckningen vid vattnets utträde på jord-ytan. Volymen af den frigjorda gasen är hos de suraste sur-brunnar en, och till och med två gånger större än vattnets volym. Tillfölje af kolsyre-halten erhåller sådant vatten förmåga att upplösa sådana mineraliska ämnen, hvilka annars äro i vatten olösliga, t. ex. kolsyrad kalk och kiseljord. Efter halten af andra mineraliska ämnen, hvilka egentligen äro viktiga i medicinskt hänseende, delas surbrunnarna i: 1) *Verkliga surbrunnar*, som innehålla endast obetydligt salter; af dem kända vi: *Karlsbader-* och *Biliner-vattnen* i Böhmen samt *Pymonter-källan* i Waldeck, *Narsan* på Kaukasiska bergen och andra; 2) *Alkaliska surbrunnar*, som innehålla en betydlig mängd salter, förnämligast kolsyradt natron, men äfven svafvelsyradt natron och koksalt. Hit höra *Selters-*, *Fachinger-*, *Geilnauer-*, *Schwalbacher-* och *Emser-källorna*, hvilka alla ligga i hertigdömet *Nassau*; vidare *Spaa-*, *Teplitzer-*, *Karlsbader-vattnen* i Böhmen, *Baden-Baden* m. m. 3) *Jern- eller stål-brunnar*, i hvilka en betydlig mängd kolsyrad jernoxidul är upplöst; vid kolsyrans frigörande afsätter sig en del af jernet i form af gul jernlera, på hvilken man straxt kan igenkänna sådana källor. Bekanta exempel på sådana källor äro: *Pymonter-källan*, *Frantzensbader-källan* vid Eger, *Kudow* i Schlesien, stål-brunnarna vid *Gorjatschewodsk* och på andra ställen i Kaukasus.

II. *Saltkällorna* utmärka sig genom halten af en större mängd koksalt. Det är bekant, att vid vattnets mättning med salt, kan deri upplösas ända till 28%. Stundom innehåller källvattnet också i sjelfva verket hela denna qvantitet, så t. ex. i källorna vid *Lüneburg* och några af Södra Tysklands artificiella källor; vid staden *Halle* innehåller saltkällan 21%. I sådant fall bearbetas källorna med stor för-

del för utbyte af koksalt; men de bearbetas äfven vid mindre rik salt-halt, t. ex. vid 11% och ännu mindre. Det är anmärkningsvärdt, att dessa källor, likasom hafs-vattnet, alltid innehålla en liten tillblandning af jod och brom.

III. *Bitter-vattnen* innehålla utom andra salter företrädesvis svafvelsyrad talkjord, hvaraf de erhålla en bitter smak. Dessa källor äro temmeligen sällsynta; mest kända äro bitter-vattnen vid *Epsom* i England. Emedan man fordom från dem erhöll svafvelsyrad talkjord, så är detta salt bekant under namn af *Engelskt salt*.

IV. *Svafvel-väte-vattnen*, hvilka för korthetens skull helt enkelt kallas *Svafvel-vatten*, innehålla en betydlig qvantitet svafvel-väte, i följd hvaraf de skilja sig från andra källor genom denna gasarts egna starka lukt af förskämda ägg. Bland dessa källor finnas kalla och varma; till de förra höra flere källor i Westphalen och annorstädes; bland de varma svafvel-källorna utmärka sig de vid *Aachen*, *Baden* nära Wien, *Landeck* och *Warmbrunn* i Schlesien, *Bagnères* och *Barèche* i Pyreneerna, *Gorjatschevodsk* i Kaukasus; temperaturen hos dessa sednare är 38 grader.

Ofvanomnämde mineral-brunnar begagnas såsom hälso-brunnar; men utom dem finnas ännu andra, hvilka väl icke begagnas till medicin, men från hvilka man erhåller de i dem upplösta ämnena. Hit höra:

V. *Salpeter-källorna* i Ungerns berg;

VI. *Naphta-källor*, som i Ryssland förekomma nära staden *Baku*, vid *Kuban*, på *Krym*, i Italien vid *Bologna*, *Modena*, på ön *Trinidad*, vid floden *Orinoco* och på andra ställen. På alla dessa ställen utrinna från jorden jemte vattnet hvit och svart naphta; den flyter på vattenytan, hvarifrån den bortskummas.

VII. *Cement-källor*, innehålla upplöst koppar-vitriol, hvarföre jernsaker vid nedsänkning i dem betäckas med ett tunt koppar-lager; sådana källor finnas i *Ungern*, i *Sverige* vid *Fahlun*, på *Irland* samt annorstädes.

VIII. *Incrusterande källor* betäcka i dem på någon tid nedsänkta kroppar med en skorpa eller *sinter*, bestående af kiseljord eller kalk. Exempel på sådana källor äro *Sprudel*n vid Karisbad och *Travertino* vid Tivoli; men i högsta grad röjes denna egenskap hos källan *Huancavelica* i närheten af staden *Lima*.

Mineral-
källornas
upp-
komst.

§ 51. Nu till frågan: hvarifrån och huru har mineral-källornas vatten upptagit de mineraliska ämnen, som det innehåller? Det är ganska naturligt, att söka orsaken till detta fenomen deri, att det atmosfäriska vattnet, som utgör källans tillflödssystem, under sin sickring genom de underjordiska kanalerna och sprickorna i jordskorpan öfre lager tager från dem alla upplösliga partiklar; sanningen af denna förklaring är, hvad salt-källorna beträffar, obestriddt bevisad. För icke längre än 30 år tillbaka var salt-qvantiteten, som i Södra Tyskland erhöles från saltkällorna eller från enkom för detta ändamål borrade brunnar, så obetydlig, att den knappt var tillräcklig för invånarnes eget behof. År 1812 upptäckte man i dessa trakter de första spår af berg-salt; som var inneslutet i ett gipsschicht; stödjande sig på denna upptäckt, företog Würtembergiska regeringen omsorgsfulla och ihärdiga försök, att förmedelst jordborren uppsöka berg-salt; efter treåriga forskningar upptäckte man slutligen på 475' djup ett 60' tjockt lager af berg-salt, blandadt med gips- och ler-schichter. I följd af sådana lyckliga forskningar hör Södra Tyskland för det närvarande till de på koksalt rikaste länder. På samma sätt har man år 1819 i södra Frankrike, stödjande sig på salthalten i källorna, förmedelst borrhning upptäckt ett stort schicht, som med 15's tjocklek utsträcker sig öfver 8 qv. mil. Dylika rön hafva med samma framgång blifvit upprepade äfven på andra orter, och således kan uppkomsten af saltet i saltkällorna nu mera icke vara underkastad något tvifvel. Men i sådant fall är det troligt, att också andra mineral-källor aldeles på samma sätt erhålla sin mineral-halt. I sjelfva verket hafva noggranna

undersökningar öfver de schichters beståndsdelar, genom hvilka de mest kända mineral-källor rinna, visat, att alla i dem upplösta mineraliska ämnen äfven förekomma i dessa schichter; så t. ex. innehålla klingstenen och basalten i nejden af Karlsbad ett outtömligt natron-förråd, hufvudbeståndsdelen hos Karlsbader-vattnen, och dylika basalt-arter hafva blifvit funna i närheten af alla andra vatten, som innehålla natron i större mängd. Kolsyra, en så vigtig beståndsdel hos dessa vatten, är den vanligaste producten vid vulkaniska utbrott, hvilkas forntida verksamhet äfven bevisas genom tillvaron af basalt. Slutligen, om man tager i betraktande karlsbader-vattnens höga temperatur, hvilken vi icke annorlunda kunna förklara, än såsom följd af vulkaniska verkningar, så kan det icke mera betvivlas, att vulkaniska krafter, hvilka ännu för det närvarande verka i det inre af Karlsbads plutoniska omgifningar, böra anses som hufvud-orsaken till alla de företeelser, som vid dessa källor observeras.

Slutligen vilja vi ännu tillägga, att det lyckats H:r Struve, som i Dresden med största framgång sysselsatt sig med framställning af konstgjordt mineral-vatten, att alstra ett vatten, som till sammansättning var fullkomligt likt det naturliga Biliner-vattnet, i det han pressade med kolsyra mätadt vatten genom ett lager sönderstött klingsten, tagen från Bilins omgifningar.

Kalla svafvelvatten uppstå troligen genom decomposition af svafvelkis; de varma åter, som alltid utgå ur plutoniska massor, äro enligt all sannolikhet af vulkaniskt ursprung; och i sjelfva verket se vi, att svafvelvätet hör till de ämnen, hvilka vanligen utströmma ur vulkanernas kratrar.

§ 52. Vi hafva redan sett, att hvarje flod med alla dess bifloder upptar en flod-bassin, och, emedan dessa bassiner förblifva oföränderliga, så kan man dela hela jord-ytan i ett visst antal sådana bassiner. Gränsorna för dessa områden, hvilka hafva temmeligen oregelbunden form, kallas *flodbassinernas vattendelare*. Fordom trodde man, att vat-

Om floder.

tendelarne måste sammanfalla med bergs-ryggarnes rigtning, så att sjelfva bergs-kammen äfven utgjorde vattendelare; detta inträffar också verkligen i några fall, men lika ofta och till och med ännu oftare äger detta icke rum, hvilket en nogare betraktelse af Rhen, Donau och af nästan alla andra större flod-bassiner utvisar. Ofta genomskär till och med floden kammen genom djupa tvär-dalar i en mot densamma vinkelrät rigtning, såsom t. ex. *Indus* och *Burrampooter* Himalaya-kedjan (se Kartan III). Å en annan sida äro stundom de största bassiner endast genom obetydliga upphöjningar åtskilda från hvarandra, hvarpå vi icke långt från oss hafva exempel i bassinerna: *Volga*, *Don*, *Niemen*, *V. Düna* och *Narew*, hvilka äro skilda från hvarandra endast genom en jemn af kärr uppfylld upphöjning, som med 1000's höjd öfver hafs-ytan sträcker sig från Twer och Novgorod till Minsk. Dylka exempel finna vi i vattendelarne mellan flod-bassinerna: *Mackenzie*- och *Kopparmine-floden*, *Mississippi*- och *S:t Lorenz-floden* m. fl. Till och med inträffar det, ehuru sällan, att floden, i det den grenar sig, vänder sig med sin ena arm till en och med den andra till en annan bassin, hvilket i Geografien kallas flodens *gaffelformiga delning* (bifurcation). Ett exempel derpå i stor scala förete flodbassinerna Orinoco- och Amazon-floden; från Orinoco flyter armen *Cassiquiari* i *Rio-Negro*, och denna utgjuter sitt vatten i Amazon-floden (Se Kartan II).

Den omständighet, att vattendelande linien icke sammanfaller med bergs-kammen, är derföre för oss af vikt, att redan den allena är tillräcklig, för att vederlägga den fordom allmänt följda åsigten, att alla våra dalar uppkommit genom utgräfning (erosion) af de i dem flytande floderna.

§ 53. Floderna upptaga med sina bassiner de lägsta ställena; derföre hitrinner genom alla hufvudflodens tillflöden allt vatten, som från atmosfären nerfallit på bassin-ytan, såframt det icke hinner fördunsta. Hvad hastigheten beträffar,

hvarmed hela bassinens atmosfäriska vatten uppnår hufvudfloden, så anmärka vi, att någon del af vattnet från en nära floden liggande yta visserligen omedelbarligen uppnår henne straxt efter regnet, men att denna del af vattnet i allmänhet är ganska obetydlig i jemförelse med den, som bildar hufvud-tillflödena, i det den genomtränger ett betydligare antal neptuniska schichter, hvilka formera flodbassinen. Rörelsen inuti dessa schichter sker likväl ganska långsamt, hvarigenom det äfven förklaras, hvarföre större floder flyta jemnt, utan afseende derpå, om det regnar ena dagen betydligt, och andra dagar aldeles icke; regnvattnets långsamma sickring genom jord-ytans lager verkar såsom en flod-regulator. Likväl är denna regulator icke alltid tillräcklig för flodens fullkomligt likformiga flytande, och därför förändras betydligt vatten-mängden hos många floder under förloppet af året; mindre tillflöden, som erhålla vatten från ett obetydligt djup, uttorka stundom fullkomligt om sommaren, då deremot vatten-rika källor, hvilka få sitt vatten från ett betydligt djup, under året äro underkastade mindre förändringar.

En allmänt känd grund till flod-niveauns förändring se vi hvarje år vid våra medlersta breddgrader; det atmosfäriska vattnet, som under vintern faller i form af snö, samlar sig under hela månader, utan att det minsta föröka mängden af det flytande vattnet; vid vårens inträde börjas snö-smältningen, och den hopsamlade vatten-massan tillströmmar på en ganska kort tid, till största delen på ännu frusen mark, till flod bäckenet, och förorsakar sålunda öfversvämningar, hvilka i synnerhet äro starka vid hastig snö-smältning. Exempel derpå förete alla våra floder, förnämligast de stora, såsom t. ex. Wolga, Don o. a. äfvenså Tysklands och andra länders floder, hvarvid olika floders öfversvämningar skilja sig från hvarandra genom tiden, då de begynna, tillfölje af vårens ofiktidiga ankomst i olika bassiner. Att *Nevan* icke företer en sådan höjning af sin ni-

veau vid vårens annalkande, därför ha vi att tacka Ladoga-sjön; denna ofantliga reservoir kan upptaga hela mängden af den smälta snön, utan att deraf det minsta höja sin niveau.

Mest bekanta äro dessa niveau-förändringar i Egypten, der Nilens öfversvämningar äro för innevånarne i högsta grad välgörande, emedan denna flods vatten medför en myckenhet dy, hvars aflägring gör de öfversvämmade trakterna så fruktbara, att Nil-dalen i fornda tider ansågs för Roms kornbod. Man måste söka orsaken till dessa öfversvämningar till en del i den genom den tropiska solen förorsakade starka snö-smältningen på Abyssiniens snö-berg, der Blåa-Nilen har sina källor, till en del i dessa traktors häftiga tropiska regn. Nilens öfversvämningar börja i slutet af Juli, nya stylen, uppnå sin största höjd i slutet af Augusti eller i början af September, och aftaga derefter småningom; den minsta höjd har vattnet i början af Maj. I allmänhet hafva alla från snö-berg upprinnande floder sin högsta niveau under den hetaste tiden af året; floder åter, som uppvälla från lägre trakter, föra under denna tid den minsta vatten-mängd i sina bäcken.

Jemförelse mellan olika floder.

§ 54. Om vi med noggrannhet vilja bestämma den vattenmassa, som af en flod på en bestämd tid utföres i hafvet, så måste vi känna: 1) ytan af flodens verticala genomskärning på det ställe, som ligger nedanom alla betydligare tillflöden, och 2) hastigheten, hvarmed vattnet flyter genom denna genomskärning.

Såvida flodbäckenet icke företer en regelbunden form i någon af sina tvärgenomskärningar, så är bestämningen af dess genomskärnings-yta icke så aldeles lätt. Låt fig. 17 föreställa den genomskärning, hvars yta vi önska bestämma; förmedelst lodning mäter man flodens djuplek i punkter lika långt aflägsna från hvarandra, t. ex. i C, D, E, F, G, H, I, K, L, och anser för trapezier hvarje af ytorna DD'E'E o. s. v. samt uträknar deras area; sålunda erhåller man ytan af hela vertical

genomskärningen S (då vi beteckna de lika delarna AC, CD, DE, o. s. v. genom a) efter formeln:

$$S = a \frac{CC'}{2} + a \frac{CC'+DD'}{2} + a \frac{DD'+EE'}{2} + \dots + a \frac{LL'}{2} \\ = a (CC' + DD' + EE' + FF' + \dots + LL')$$

För att bestämma hastigheten begagnar man olika metoder; man ställer t. ex. på flodens bägge stränder (fig. 18) vid C,C' och D,D' verticala stänger, så att linierna CC' och DD' äro vinkelräta mot flodens riktning, samt uppmäter afståndet CD = C'D'. Derpå lössläpper man på flodens midt ett lätt synligt flöte, hvilket då flyter med strömmen; en observator vid C observerar det ögonblick, då flötet passerade linien CC', en annan vid D, det andra momentet, då det passerade linien DD'. Afståndet CD divideradt med tiden (uttryckt i sekunder) visar antalet af fot, som vattnet flutit på en secund d. ä. *flodens hastighet*. Genom upprepande af dessa försök på olika afstånd från stranden och genom verticala, på olika djup nedsänkta flöten, har man funnit, att flodens hastighet är olika på olika afstånd från stranden och på olika djup. Derföre bör man vid dessa beräkningar af ett stort antal observationer bestämma flodens *medel-hastighet*. Om *v*. uttrycker denna hastighet i fot på 1 secund, *s* tvär-genomskärningen i qvadrat-fot, så ä klart, att producten *vs* ger den vattenmängd, som på en en secund bortrinne genom den gifna genomskärningen; det är ock klart, att samma vattenmängd äfven måste rinna genom alla andra tvärsärningar, som ligga emellan samma tillflöden, emedan vattnet i annat fall skulle stocka sig. Men, såsom vi redan sett, är mängden af det borttrinnande vattnet icke densamma på olika tider, hvarföre man bör bestämma den flere gånger under året; denna vattnets *medel-mängd*, hvilken erhålles såsom medeltal af alla sådana mätningar, är just den, som är nödvändig, för att jemföra mängden af det genom olika floder bortförda vattnet. Häraf ses, att en sådan bestämning erfordrar mycken möda, och derföre är

det icke möjligt, att för många floder erhålla noggranna bestämningar. Genom Nevan utflyter i timmen enligt General Destrème's uträkning en vattenmängd af 416,531,880 kub. fot d. ä. den upptar rymden af en kub., hvars sida är 746 fot.

Ett annat medel, som begagnas för att jemföra olika floders storlek, består i bestämningen af deras bassin-ytor, hvarvid man antager, att ju större bassin-området är, desto större blir äfven den vatten-massa, som genom den flyter till Oceanen. Denna method är väl icke aldeles riktig, emedan man vid den antager, att från atmosfären öfverallt en lika vattenmängd nerfaller, och att fördunstningen är lika, hvilket i verkligheten icke är fallet; men de bägge orsakerna till osäkerhet i denna method upphäfva hvarandra, åtminstone ofta, emedan, om regn-mängden mellan tropikerna är betydligare än hos oss, så försiggår å andra sidan fördunstningen hastigare. En jemförelse af flod-bassinerna gifver oss för jord-ytans hufvud-floder följande resultat:

Amazon-floden	= 88300 qv. mil.
La-Plata	= 71700 —
Mississippi	= 53000 —
S:t Lorenz-floden	= 62300 —
Orinoco	= 17500 —
Ob	= 65800 —
Jenisej	= 47000 —
Lena	= 36600 —
Nil	= 32600 —
Volga	= 30100 —
Donau	= 14400 —
Rhen	= 4000 qv. mil.

Häraf ses, att America äger de största flod-bassiner, der-
 efter följer Asien och slutligen Europa; Wolgas vatten-mängd
 är, så mycket man kannat uppskatta den efter bassinens
 storlek, nära 7½ gg. större än Rhens, vatten-mängden i Ob
 är 2 gg. större än Wolgas, och Amazon-floden, den största
 i hela verlden, utgjuter årligen i hafvet 3 gg. mer vatten
 än Wolga.

§ 55. Hos stora floder, isynnerhet sådana, som upp-^{öfra,}
 rinna på bergskammarna, åtskiljer man vanligen i deras lopp^{medler-}
 3 delar: det *öfra*, *medlersta* och *nedra* loppet. Det *öfra*^{sta och}
 loppet ligger vanligen i bergen, flod-bädden beror här af^{nedra}
 dalens form, flytandet längs bäddens branta sluttning är^{loppet.}
 hastigt, ofta påträffas vattenfall, och floden är i denna del
 olämplig för segelfart. Flodens medlersta lopp börjas, der
 floden redan utkommer från bergen och börjar flyta i en
 bädd, som till största delen är bildad genom bortsköljning
 af dalens undre delar; floden blir segelbar, och oftast är
 öfra loppet genom en sjö skildt från det medlersta. Slut-
 ligen, under nedre loppet, genomflyter floden ett flackt land
 med obetyglig lutning mot Oceanen; här utgräver redan
 floden själf sin bädd och delar sig dervid vanligen i flere
 armar. Det land, som ligger emellan dessa, armar, kallas
 flodens *Delta-land* (af likhet med Grekiska bokstafven Δ);
 det har synbarligen blifvit bildadt af sjelfva floden, som vid
 sina mynningar aflägrat den från öfre och medlersta loppet
 medförda sanden och gytjan. I följd af denna massas mjuk-
 het händer det ofta, att en af den utflytande flodens armar
 fylles med sand, och då blir vattnet tvunget att utgräva åt
 sig ett nytt utflöde. Exempel på sådana delta-länder förete
 alla större floder; de mest kända äro: *Nilensdelta* (som
 börjas vid Kairo), *Mississippis*, *Ganges'* m. fl. För att an-
 föra ett oss nära beläget exempel, så kunna vi kalla öarna
 Krestowsky, Gelagin och Wasili-ostrow m. fl. för Neva-flodens
 delta. Af det ofvansagde synes, att i öfra loppet bestämmer
 den klippiga bädden flodens lopp, i det medlersta är infly-
 tandet af flodens lopp och bädd i jemvigt, och i det nedra
 loppet beherskar floden bädden och förändrar den årligen.

Om Sjöar och Kärr.

§ 56. *Sjöar* bildas på de ställen, der floderna möta ^{Sjöar.}
 kittelformiga fördjupningar; till största delen hafva dessa

sjöar ett tillflöde på ena sidan och ett utflöde på motsatta sidan, och då bestämmes vatten-niveaun i sjön sålunda, att den i sjön inflytande vattenmängden är lika med summan af den borttrinnande och fördunstande vattenmängden. Om ytan af sjön är ganska stor, så kan fördunstningen till den grad förökas, att den allena är tillräcklig, att bortföra hela den tillströmmande vattenmängden; i detta fall har sjön intet utflöde, hvarpå såsom de bekantaste exempel tjena *Kaspiska* hafvet och *Aral*-sjön. Man känner ingen flod, som flyter ur Kaspiska hafvet, ehuru ganska många floder inflyta, af hvilka några, såsom *Ural*, *Wolga*, *Terek*, *Kur* m. fl. äro betydliga; derföre hafva några Geografer ansett det för nödvändigt, att emellan detsamma och hafvet antaga en underjordisk communication, genom hvilken det öfverflödiga vattnet borttrinner, men en sådan communication är icke möjlig, emedan, som vi redan sett, Kaspiska hafvets yta ligger 80 fot lägre än Oceanens yta. Vattnet i sjöarne är vanligen sött, men i några sjöar är salt-halten så betydlig, att man från dem erhåller en stor quantitet deraf. Så t. ex. innehåller Elton-sjön i Saratowska Gouvernementet öfver 25% salt, och Döda-hafvet i Syrien 24½%, under det hafs-vattnet innehåller endast 4%.

Kärr.

§ 57. *Kärr.* Om regnvatten faller på ett flackt eller bäckenformigt ställe, hvars botten på något djup utgöres af ler-lager, så stadnar vattnet ofvanpå, och, emedan det icke har något tillbörligt aflopp och icke äger förmåga att genom-sickra, uppblöter det de ogenomträngliga ler-lagren, och be-täckes af torf-mossa (*sphagnum*) eller andra växter. Ett sådant ställe kallas vanligen *Kärr*. Torf-mossan ruttnar småningom i sina nedre delar, under det växtlifvet ofvan-till fortsättes; producten af en sådan förruttnelse är en mörk-brun kolhaltig massa, *torf* kallad; denna torf, i det den fortfar att bilda sig mellan bassinens botten och den grön-skande ytan, iusuger mycket vatten och bildar en mjuk och svampaktig massa. I trakter, fattiga på skog, begagnar man

den såsom brännmaterial; men i sådant fall erfordrar den en föregående omarbetning, torkning och hoppresning. Om torfven på någon ort genom begagnande har blifvit förbrukad, så bildas den med tiden på samma sätt ånyo, men hastigheten af den nya bildningen är olika allt efter olika klimat och andra locala omständigheter. Uti kärren nära Hannover bildas på 36 år ett torf-lager af från 4 till 6 fots tjocklek; i kärret vid Boden-sjön bildas på 24 år ett torf-lager af 3 till 4 fots mäktighet, på andra ställen åter erfordras till dess bildande en ojämförligt längre tid.

§ 58. Öfverblicke vi alla genom vattnet på jord-ytan Vattnets omlopp och mekaniska kraft.
försakade fenomen, så se vi, att allt vatten har sitt ursprung från Oceanernas ofantliga reservoirer. Från dem uppstiger vattnet genom fördunstnings-processen till betydliga höjder i atmosfären; de atmosfäriska luftströmmarne eller vindarne utsprida vatten-partiklarna öfver continenternas inre, der de ånyo under form af moln samla sig och slutligen falla på jordens fasta yta i form af regn, snö, dagg eller hagel; här, på ytan, rinner vattnet enligt tyngd-lagen genom sprickor och remnor i jord-skorpan till flod-bäddar, och genom dem utgjuter det sig ånyo i Oceanen. Denna circulation är ett oundgängligt vilkor för utvecklingen af hela den organiska världen, emedan vattnet i flytande tillstånd är oundgängligen nödigt så väl för växtlifvet, som för djurens existens. Derföre har man jemfört denna vattnets circulation på jord-ytan med blodets omlopp i djurkroppen; ty, liksom i djurkroppen det närande blodet oupphörligt genomlöper organismens alla delar, förnyande det, som fordrar förnyelse, på samma sätt upplifvar vattnet den döda jorden, i det det förskaffar växterna den för deras utveckling nödvändiga näringen. Vid denna vattnets circulation är värmets den hufvudsakliga motoriska kraften, emedan den upphöjer vatten-partiklarna i form af ångor, och sålunda gör deras fall möjligt på de aflägsnaste orter. Vid detta ång-partiklarnas uppstigande uppenbarar sig en mekanisk kraft, som utgör

en otroligt stor kraft-quantitet. Vi bestämma den mechaniska kraften vid våra maschiners arbete efter den tyngd, som de på en tids-enhet äro i stånd att upplyfta till höjd-enheten; om maskinen är i stånd att upplyfta 15 pud på 1 sec. till 1 fots höjd, så kallas denna kraft *en häst-kraft*. Det är lätt att inse, att man genom samma mått kunde uttrycka ångornas upplyftning genom värmets, om man blott kände vattnets massa, som på hela jord-ytan blifvit upphöjdt under loppet af ett år, och den höjd, till hvilken det blifvit upplyftadt. Att med noggrannhet mäta dessa storheter är väl omöjligt, men man kan åtminstone uppskatta dem approximativt. I Petersburg skulle mängden af det årligen fallna regnet bilda ett vatten-lager af $1\frac{1}{2}$ fots höjd, hvilket på en qvad. verst gör $1\frac{1}{2} \cdot 3500 \cdot 3500 = 18,375,000$ kub. fot eller i vikt 32,000,000 pud; detta gifver på qvad. milen i rundt tal omkring 1,600,000,000 pud. Antage vi, att öfverallt på jord-ytan i medeltal faller så mycket vatten, som i Petersburg, så måste man multiplicera dessa 1,600,000,000 pud med hela jord-ytan, uttryckt i qvad. mil (d. ä. med 9260000), för att erhålla hela vatten-massan, som under loppet af året faller på jord-klotets hela yta. En sådan vattenmängd var följaktligen förut genom fördunstningen upplyftad i atmosfären. I det följande få vi se, att man för de högsta moln kan antaga en höjd af 20000', och emedan största delen af ångorna redan condensera sig i de lägre regionerna, så kunna vi antaga, att alla ångor uppnå en medelhöjd af 10000 fot. Följaktligen uppstiger under loppet af året den förut antydda vattenmängden till 10,000 fot, och derföre måste man, för att få den mechaniska kraft, som härvid verkar, multiplicera denna mängd med talet 10000; dela vi sedan producten med antalet af sekunder på året, så få vi slutligen omkring 5 billioner pud, hvilka genom fördunstnings-kraften på hela jord-ytan upplyftas en fot i secunden. Om vi nu dela detta tal med 15, så finne vi, att i rundt tal 300000 millioner häst-krafter borde arbeta hela året om, för att

åstadkomma samma arbete, som alstras genom den för oss omärkbara årliga fördunstningen.

Af mekanikens lagar är bekant, att hvarje kropp vid fall från en gifven höjd visar aldeles samma kraft, som den behöfde för sitt uppstigande till denna höjd, följakteligen uppenbarar sig den vid vattnets uppstigande i ångform använda mekaniska värme-kraften fullständigt ånyo under form af tyngd vid vattnets tillbakafallande till jorden; likväl tillintetgöres en stor del af denna kraft genom luftens motstånd vid regn-dropparnas fallande, men det oaktadt återstår allt ännu en ofantlig qvantitet, som verkar vid flod-vattnets återflytande i Oceanen; och denna del förblifver evigt verksam, evigt arbetande.

Ur denna naturliga kraft-reservoir lånar människan en ganska obetydlig del, i det hon begagnar sig deraf såsom mekanisk kraft, för att sätta i rörelse vatten-hjul, turbiner, vattenpelare-maschiner o. m. d. Vi antaga vanligen tyngden för den verkande kraften i dessa maschiner och förgäta, att man längre bort bör söka hufvud-orsaken till tyngdens verkan i de värmande sol-strålarne; deras verkan är för ögat icke märkbar, men vid allt detta är det genom dem alstrade mekaniska arbetet ofantligt.



IV Capitlet.

OM DE FÖRÄNDRINGAR, SOM FÖRSIGGÅ PÅ JORDENS-YTA.

Orsaker-
na till
dessa för-
ändrin-
gar.

§ 59. Vid undersökningen af jordskorpanns inre sammansättning kommo vi till det resultat, att vid bildningen af jord-ytaus närvarande tillstånd ännu andra krafter verkade, utom tyngd- och centrifugal-krafterna. För att närmare lära känna dessa obekanta krafterns egenskaper, måste vi än en gång skärskåda de orsaker, hvilka ännu för våra ögon alstra dylika, ehuru mindre, förändringar på jord-ytan, och deraf bedöma, om de voro i stånd att frambringa alla forntida förändringar. I detta hänseende taga vi i betraktande tre slag af verkande orsaker: *Vulcaniska-krafter, vattnets inflytande under atmosferens medverkan, och slutligen organiska väsenden,*

A. Om vulcaniska företeelser.

Under benämningen *vulcaniska företeelser* förstår man sådana fenomen, vid hvilka delar af jordens yta skakas eller blifva flyttade från sitt förra ställe, eller vid hvilka ur jordens inre glödheta flytande massor uppstiga eller uppkastas. Det första slaget af fenomenen är bekant under namnet *jord-bäfningar*, under det massornas upplyftande ur jordens inre hör till de egentliga *vulcaniska företeelserna*.

Jord-
bäfnin-
gar.

§ 60. Vid jord-bäfningar åtskiljer man förnämligast tre slag af rörelser, hvilka meddelas betydliga sträckor af jorden: 1) den *vågformiga rörelsen* hvilken, i det den utsprider sig i en bestämd riktning, upphöjer och sänker jorden, likt Oceanens vågor; 2) den *uppstötande rörelsen*, hvarvid jorden

genom en stark stöt, såsom genom en underjordisk mina, kastas uppåt, och 3) den *rotatoriska* rörelsen, hvarvid de bägge föregående rörelserna förena sig, och den förra oupphörligt förändrar sin riktning. Af dessa olika former, under hvilka jordbäfningarna visa sig, inträffar den första oftare och är mindre skadlig; mera farlig är den andra, och den tredje har endast blifvit observerad vid de häftigaste och mest förstörande fenomen af detta slag. Så beskrifva t. ex. alla observatorer jordens rörelse vid den förfärliga jordbäfningen den 20 October (1:a November) år 1755, som ödelade staden Lissabon, såsom rotatorisk och derjemte hopande; ett dylikt slag af rörelse observerades vid den häftiga jordbäfning, som i Februari och Mars månader 1783 inträffade i Södra Calabrien och Messina, äfvensom vid den, som förstörde staden Caraccas i Södra Amerika (den 26 Mars 1812). Vid de häftigaste jordbäfningarne af denna art tycktes hela jord-ytan vara en flytande massa, som svallade åt alla sidor fullkomligt oregelbundet; människor nedslogos genom denna rörelse till jorden, kastades åt alla sidor och omkommo nästan alla på det mest plågsamma sätt. Om de förfärliga verkningarna af dessa rotatoriska jordbäfningar kunna vi göra oss en föreställning deraf, att vid Lissabons jordbäfning 30,000 människor omkommo, samt vid jordbäfningarne 1746 i Peruanska städerna Lima och Quito ända till 40000; och allt detta försiggick inom några timmar.

Ifall fenomenet är af första slaget, d. ä. en vågformig rörelse, så kan man alltid bestämma den riktning, i hvilken den utsprider sig från ett ställe åt ett annat. I Italien begagnar man till noggranna bestämningar egna instrumenter, *Sismometrar*, hvilka i sin enklaste form bestå af en på ett snöre upphängd 3 à 4 fots lång tung kropp; af svängningarnas riktning hos denna pendel vid jordbäfningarna bestämmer man den vågformiga rörelsens riktning. Medelst dylika instrumenter har man observerat, att den vågformiga rörelsens utspridning meständels sker från en gemensam medel-

punkt åt alla sidor. Så t. ex. hafva *Cacciatore's* observationer i Palermo visat, att af 27 observerade jordbäfningar 19 hade rigtning från Ö. åt V., och efter all trovärdighet utgingo från det ofantliga Aetna, som från Palermo ligger rakt i Ö. Vid denna jordbäfningarnas utgrening från en gemensam medelpunkt är det anmärkningsvärdt, att de företrädesvis inträffa liksom endast efter några vissa radier, nemligen i bergskedjornas rigtning; ganska sällan hafva jordbäfningar blifvit observerade i en mot hufvud-kedjan vertical rigtning. I Amerika urskiljer man vid alla starka jordbäfningar tvenne hufvud-rigtningar, som sammanfalla med bergskedjornas rigtning; den ena är Cordillerernas hufvud-rigtning från Chili genom Peru och vidare åt Mexicos norra gräns; den andra är vinkelrät emot den förra, och fortgår i rigtning af Venezuela bergen till ön Trinidad, genom provinserna Nya Granada, Caraccas, Venezuela m. fl.

Stundom börjas jordbäfningen plötsligt utan några föregående kännetecken, såsom t. ex. vid Lissabons förstöring; vanligen föregås den starkaste stöten af mindre märkbara jordskakningar, vid hvilka med dessa fenomen mera vana innevånare straxt lemna boningshusen och söka sin räddning på fria fältet. Härvid höres vanligtvis ett underjordiskt doft buller, som, om det är svagt, liknar bullret af åkdon på en ojemnt stenlagd gata; om det åter blir starkare, så jemför man det vanligen med åsk-dunder, och det tyckes, som det vore desto starkare, ju flere skakningar följa derpå. Att detta aflägsna buller sprider sig genom jord-ytan och icke genom luften, bevisar dels den omständighet, att det höres sarkare vid öppningarne till djupa brunnar, dels det, att det med lika styrka och nästan på samma tid höres i trakter ganska långt aflägsna från hvarandra. Så t. ex. hörde år 1812 vid jordbäfningen i Venezuela innevånarne i dessa trakter en underjordisk åska med samma styrka på en rymd af nära 2200 qv. mil, så att man på många ställen i början ansåg den för kanon-dunder.

Vid alla större jordbäfningar är den anmärkning gjord, att efter de första starkaste och mest förstörande stötarne jorden icke så snart åter kommer i hvila, och att i samma trakt dylika skakningar förnyas en lång tid efteråt. Så inträffade t. ex. vid Lissabons jordbäfning de första hufvud-stötarne, som vi redan sett, den 1:a November nya stylen år 1755. men ända till den 22 Nov. voro ännu 22 stötar märkliga, och den 9 December följde den sista stöten, som var nästan lika stark, som den första.

I hänseende till de formationer, af hvilka jordskorpan på olika orter är sammansatt, inverka jordbäfningarne på de äldre på lika sätt, som på de yngre; deras inverkan har man observerat på granitens plutoniska formationer, på gneissens methamorfiska, Amerikanska Cordillerernas glimmerschifer, samt på Italiens neptuniska secundär-formationer; äfvenså på Alpernas, Pyreneernas och Scandinaviska bergens urformationer och på Paris's, Londons m. fl. tertiär-formationer. Härigenom bevises, att orsaken till jordbäfningarna ligger på ett ofantligt djup, troligen djupare än granitens lägsta lager, eller lägre än jordklotets hela fasta skorpa.

§ 61. Många naturforskare hafva bemödat sig att upptäcka ett sammanhang mellan jordbäfningarne och atmosfärens fenomen; men, ehuru man icke kan neka, att verkligen några spår af ett sådant sammanhang blifvit observerade, är detta sammanhang dock det oaktadt ännu ganska tvifvelaktigt.

Sammanhang mellan jordbäfningar och andra företeelser.

Noggranna jemförelser af observerade jordbäfningar med meteorologiska journaler på observatorium i Palermo hafva ej visat något märkbart inflytande af jordbäfningarne hvarken på atmosfärens tryck och temperatur, eller på vindar och electriska fenomen. Likväl finnas andra företeelser, som verkligen tyckas stå i något sammanhang med jordbäfningar. Så t. ex. betäcktes vid jordbäfningen i Calabrien år 1783 — liktidigt med hvilken förefrigt tvenne starka vulkaniska utbrott inträffade på Island och Japan — hela Europa, en del af Asien, N. Amerika och Africa af en så kal-

lad *torr-dimma*. Resande hafva sett den på Alpernas högsta spetsar, så att dess verticala utsträckning var ganska betydlig. Detta töcken hade en anmärkningsvärd röd färg, och några observatorer hafva till och med trott, att denna färg uppkom af de phosphorhaltiga partiklar, hvaraf den bestod. Men det kan hända, att detta töcken mera var en följd af vulkaniska utbrott, än af jordbäfningar. Föröfrigt hafva sådana dimmor, endast på mindre utsträckning äfven blifvit observerade vid Lissabons jordbäfning och vid jordbäfningen i Cumana år 1799.

I några fall är det bevisadt, att jordbäfningar betydligt förändrat jord-magnetismens styrka och rigtning. Humboldt fann i Cumana den 1:a Novemb. år 1799 magnetnålens inclination = $43^{\circ} 39'$; den 4:e Novemb. inträffade en jordbäfning, och den 7 Nov. förminskade sig inclinationen till $42^{\circ} 45'$; i September år 1800 observerades den = $42^{\circ} 48'$. Magnetens styrka hade härvid icke förändrat sig. I Lima åter hade år 1802 magnetens inclination, i följd af jordbäfningen, förminskats tillika med jordmagnetismens styrka. Å en annan sida bör anmärkas, att jordbäfningarne stundom icke visat något inflytande på de magnetiska företeelserna, såsom Humboldt fann vid alla andra observationer i America, äfvenså Ermann vid jordbäfningen i Irkutsk (den 8 Mars år 1828).

Följakteligen tyckes sambandet mellan jordbäfningarne och företeelserna i vår atmosfär vara ganska obetydligt och ofta aldeles omärkbart; men, om det existerar, så hafva troligen här hufvud-inflytandet de gasformiga utdunstningarna ur jorden, hvilka, såsom observatorerna anmärkt, ofta åtfölja jordbäfningarna. De bestå till största delen af ångor, blandade med svafvel- eller andra skadliga gaser; stundom observeras äfven brinnande gas, såsom t. ex. i Lissabon. Troligen uppstår af dessa osynliga gasformiga utdunstningar den ofta bemärkta företeelsen, att djur före jordbäfningen äro mycket oroliga, liksom anade de fenomenet. Några minuter före jordbäfningen i Neapel år 1805 bölade korna,

fåren bräkte, hundarne tjöto, hästarne blefvo rasande i stallen, kaninerna och mullvadorna kröpo ur sina hålor, fåglarne lemnade sina bon, fiskarne närmade sig stränderna, hvarest man fängade dem i ofantlig mängd.

Hafvet deltagar i jordbäfningarne på ett ganska verkamt och stundom äfven i högsta grad förstörande sätt; en timme efter de första häftigaste underjordiska stötarne vid Lissabons jordbäfning steg hafvet plötsligt vid Tajo's mynning, efter någras utsago, ända till 40 fot högre än dess största höjd under flodtiden; det öfversvämmade gatorna och förstörde en damm, på hvilken omkring 3000 människor omkommo, hvilka här sökt sin räddning. Derefter störtade det åter från kusten, och samma fenomen förnyade sig ännu 3 eller 4 gånger, men med mindre styrka. Samma ovanliga fenomen blef vid samma jordbäfning observeradt i Cadix; denna stad är byggd på en klippa, förenad med stranden genom ett lågt sand-näs; jordbäfningens första stötar inträffade här den 1:a November nästan på samma tid som i Lissabon; de gjorde på innevånarne ett förskräckligt intryck, men förorsakade nästan ingen skada. Dock, plötsligt nalkades från hafssidan med stor hastighet och från 8 sjö-mils afstånd en ofantlig våg af 60 fots höjd; i skrämseln flydde en del innevånarne från staden öfver näset till stranden; vågen förstörde med förfärlig styrka de yttre vallarne och murarne, men den hade förlorat större delen af sin styrka genom brytningen mot framför staden liggande klippor och stora stenar, så att den öfversvämmade endast några gator, utan att åtsadkomma betydlig skada; på näset åter dränkte den i ett ögonblick alla flyende. På samma sätt omkommo i Peruanska staden *Callao* vid *Lima*, under en stark jordbäfning, ända till 5000 människor genom en 80 fot hög våg, som öfversvämmade hela staden.

§ 62. Ganska anmärkningsvärdt är det ofantliga afstånd, till hvilket en och samma jordbäfning sträcker sig, detta tjénar såsom ett nytt bevis, att de vid jordbäfningarne

Jordbäfningarnes stora utsträckning.

verkande krafterna befinna sig på stora djup under jordens yta. Af ett stort antal noggranna underrättelser, samlade öfver utsträckningen af Lissabonska jordbäfningen, har man inhemtat, att vid samma tid skakningar, mer eller mindre starka, blifvit observerade öfver nära $\frac{1}{2}$ af hela jord-ytan. Hela Europa, Norra Africa och till och med Amerikas Östra kust hafva deltagit i detta fenomen. Så t. ex blefvo de varma källorna i Teplitz mellan kl. 11 och 12 på förmiddagen (hvilket, om man fäster uppmärksamhet på longitud's skilnaden, ganska nära sammanfaller med kl. 9 och 50' i Lissabon) grumlige, samt till och med upphörde att rinna under förloppet af en minut, derefter flöto de plötsligt ånyo kraftigare än förr. På Hollands och Stora Brittaniens kuster upprördes hafvet starkt och höjde sig flere fot öfver sin vanliga niveau. Samma dag blefvo i Africa flere städer förstörda. Verkan var äfven ganska stark på Azoriska öarna, på små Antillerna och till och med i Förenta Staternas städer, i Boston och New-York ända till Canada.

Förändringar, uppkomna genom jordbäfningar.

§ 63. De förnämsta förändringar, som genom jordbäfningarnes inverkan uppstå på jord-ytan, bestå till största delen i förstörelser af byggnader eller andra skapelser af mennisko-hand; endast sällan märkes någon vigtig förändring i sjelfva jord-ytans gestalt. Likväl äro åtminstone några exempel på sådana verkningar kända, och bestå i hela traktens höjning öfver sin förra niveau; på vissa ställen måste man till och med ovilkorligeu antaga på hvarandra följande höjningar och sänkningar af en och samma trakt. Det bästa och mest kända exempel af detta slag förete ruinerna af Serapis-templet vid Puzzuoli, i närheten af Neapel. Der finnas tre marmor-kolonner af 40 fots höjd, och det är anmärkningsvärdt, att i dem på 15 fots höjd öfver hafvets närvarande niveau förekomma i ett horizontelt bälte af 3 fots bredd en mängd hål, af fullkomligt samma utseende, som de, hvilka ännu borras af snäckor i kalk-berg, som bespolas af hafsvågorna. Häraf måste man nödvändigt sluta, att

hafvet någon gång en längre tid betäckt dessa pelares nedre del, d. ä. att det stod åtminstone 18 fot högre än dess närvarande yta; men å andra sidan måste man ock antaga, att templet vid dess byggande befann sig på torra landet och kanske vid samma höjd som nu, så att vi nödgas förmoda först en sänkning af denna trakt under hafs-ytan, men derpå dess upphöjning ånyo. Det är otvifvelaktigt, att det icke var hafvet, som här förändrade niveau, utan jorden, emedan annars dylika spår borde förekomma på alla Medelhafvets kuster, hvilket man likväl ej observerat.

Ett ganska anmärkningsvärdt exempel på en hel trakts höjning hafva vi redan sett (§ 32) i Chili. Den inträffade efter en följd af starka jordbäfningar åren 1822 och 1823, hvilka sträckte sig från S. mot N., längs hela kusten från Conception ända till Lima, d. ä. på en sträcka af 20 breddgrader eller 300 geograf. mil. Granit-stränderna i dessa trakter erhöilo en mängd remnor, bland hvilka några af flere mils utsträckning, och derjemte höjde sig hela kusten 3 eller 4 fot; ostron-bankar, hvilka förut gingo ända till hafs-ytan, utgöra för det närvarande fast-land. Härvid anmärker *Mistriss Graham*, som meddelat oss en ganska god och noggrann beskrifning öfver hela detta fenomen, att på kusterna finnas tydliga kännetecken af ännu andra forna upphöjningar, emedan på många ställen af kusternas granit-klippor vid 50 fots höjd horizontela streck äro synliga, hvilka bildats af hafssnäckor.

§ 64. För att sluta våra forskningar öfver jordbäfnin- Samband mellan jordbäfningar och vulcaniska företeelser. garne, skola vi ännu betrakta, i hvilket förhållande dessa fenomen stå till vulcaniska utbrott. I detta afseende måste vi först anmärka, att vulcaniska utbrott alltid börjas med jordbäfningar, och vanligen äro dessa sednare desto starkare, ju häftigare det på dem följande utbrottet är. Härvid förnyas jordbäfningens stötar desto oftare, ju närmare sjelfva utbrottet är, och slutas först då, när liqvida glödande massor i stor mängd börja utgjuta sig ur vulcanens krater. Troligen

finna icke de elastiska gaser, som åstadkomma vulcaniska utbrott, i början någon öppning till fritt aflopp och derföre bringa de i skakning den jordskorpa, som sammantränger dem; slutligen öppna de sig ett fritt aflopp genom vulcanens krater, och då upphöra jordbäfningarne. Derföre, när Vesuvii och Aetnas utbrott börjas, frukta icke mer innevånarne i Neapel och på Sicilien förstörande verkningar af jordbäfningar. Sammalunda känna vi af beskrifningar öfver vulcaniska företeelser i Amerika, att med begynnelsen af utbrotten hos vulcanerna Tunguragua och Cotopaxi jordbäfningarne vanligen slutas i dessa trakter, och enligt innevånarnes i Qvitos högdal allmänna mening skulle jordbäfningarne, som äro så täta och förskräckliga i denna trakt, fullkomligt upphöra, om blott en communication skulle ånyo uppstå mellan yttre atmosfären och det gigantiska Chimborazo's redan för länge sedan tillslutna krater.

Detta samband mellan de bägge företeelserna finna vi i ännu större scala nästan vid alla anmärkningsvärda jordbäfningar. De uppstå liktidigt på en ganska stor utsträckning och upphöra alltid efter ett eller flere mycket starka vulcaniska utbrott. Som exempel vilja vi här anföra den tioåriga perioden af vulcaniska företeelser, till hvilken äfven Lissabons jordbäfning hör. Redan år 1750 observerades täta skakningar i de länder, som omge Medelhafvet, från Persien till Azoriska öarne. Vesuvius hade eruptioner 1751; sedermera i slutet af 1754 till Januari af det anmärkningsvärda året 1755. Straxt efter dess lugnande började starka jordbäfningar i Grekiska Archipelagen, hvilka observerades till och med i norra delarne af Europa. Elastiska massor sträfvade troligen att öppna sig en väg genom Aetna, ehuru förgäfves; den eruption, som derefter följde, var obetydlig. Sedan Januari 1755 var också Vesuvius verksam i 5 års tid. I följd häraf började i Juli månad ganska starka jordbäfningar i Persien, och sträckte sig derifrån längs Europas och Afrikas Medelhafs-kuster till och

med ända till England. Lissabon blef förstördt den 20 October (1 Nov.) detta år, och jord-bäfningarne fortforo här ända till den 15 (27) December; åren 1756, 1757 och 1758 fortforo dessa jord-bäfningar i Tyskland, Norra Frankrike, England och till och med i Skandinavien. År 1759, under loppet af tre månader, förstörde en bland de häftigaste jord-bäfningar städerna Damascus, Sidon och Balbek i Mindre Asien. Slutligen, den 17 (29) September samma år, inträffade en anmärkningsvärd eruption vid nybildningen af vulcanen Jorullo i Mexiko, och i December 1760 följde ett starkt utbrott af Vesuvius. I Lissabon observerades de sista jord-bäfningarne den 19 (31) Mars 1761. Genom dessa starka eruptioner lugnade sig slutligen de elastiska massorna, och under loppet af följande 6 år förmärktes ej mer någon anmärkningsvärd eruption.

På sådant sätt har Humboldt af sina observationer med stor sannolikhet slutat, att dylika förhållanden existera mellan vulcaniska företeelserna i Peru och Mexiko, sålunda, att jord-bäfningarne i det ena riket slutas med utbrott i det andra.

§ 65. Tydligast, ehuru dylika exempel äro få, bevises sambandet mellan vulcaniska företeelser och jord-bäfningar derigenom, att stundom vid de sednare nya vulcaner bildas på sådana ställen, der de förut aldrig existerat. I mest storartad scala visade sig detta fenomen enligt Humboldts beskrifning vid bildningen af den redan omnämnda vulcanen *Jorullo* den 17 (29) September 1759. Stället, der denna vulcan bildades, ligger på 40 mils afstånd V. om staden Mexiko (se Kartan II) på en högslätt, 2400' öfver hafs-ytan; tills denna tid hade der icke de minsta spår af fordna vulcaniska eruptioner blifvit observerade. I Juni månad hördes ett starkt underjordiskt buller, hvilket sedermera beledsagades af skakande stötar, som fortforo i 50 till 60 dagar; i början af September tycktes det, som allt hade lugnats, men natten mellan den 16 (28) och 17 (29) börjades nya skak-

Bildning
af nya
vulcaner
och öar.

ningar, och plötsligt, efter Humboldts utsago, höjde sig jorden, som bestod af ett slags mjuk massa på 3 à 4 qvad. mils utsträckning i form af en stor uppsväld blåsa, och ännu kan man i de sönderbrutna lagren igenkänna gränssorna för denna upphöjning; härvid höjde sig kanterna icke öfver 40 fot, men midten af hvälfningen till 500 fots höjd. Ur jorden utbröto lågor, stycken af glödgade stenar uppkastades till betydlig höjd, och hela ytan rörde sig likt vågorna i Oceanen. Derpå bildade sig en mängd smärre käglor, ur hvilkas toppar ångor utstöttas. I sjelfva midten remnade jorden från N.N O till S.S V; ur öppningen höjde sig 6 smärre berg och bland dem hufvud-vulcanen Jorullo. Den utkastade en stor mängd förslaggad och basaltisk lava, och dess eruptioner fortforo till Februari 1760. Humboldt besökte 1803 och mätte höjden af Jorullo = 1570 fot öfver slätten eller 3700 fot öfver hafs-ytan; vid denna tid uppstego ur kratern allt ännu ångor. Dylika exempel af nya vulcaners bildning på fasta landet i följd af jord-bäfningar känna vi dessutom endast tvenne. Den ena af dem omtalar *Strabo*; den inträffade före 290 f. Ch. i *Argolis* vid Nordöstra hörnet af *Morea*. Det andra exemplet af en vulcans bildning i följd af jord-bäfning inträffade vid viken Bajae nära Puzzuoli, hvarest berget Monte-Nuovo år 1538 bildades efter en jord-bäfning, som räckte tvenne dygn och slutades med ett häftigt utbrott.

Då nya vulcaner uppstiga öfver hafs-ytan, bildas nya öar. Vi känna några exempel af detta slag. Så t. ex. äro under året 1628, 1720 och 1811 i Azoriska Ö-archipelagen, nära intill ön *S:t Miguel*, tre fall af detta slag bekanta. Sistnämde år erhöill den nybildade ön af Engelsmännen namnet *Sambrina*; men alla tre gångorna sjönko de nya öarna ånyo under hafs-ytan, så att man nu finner hafs-djupet på detta ställe = 360'. I Aegeiska hafvet har denna företeelse äfven inträffat flere gånger, och dessutom känna vi ännu ett i närheten af ön Island. Enligt Kapten *Kotzebue's* berättelser bildades år 1796 en ny ö i Aleutiska ö-

kedjan nära ön *Umnak*, hvilken efter hans beskrifning måste vara den största af alla omnämnda, emedan det behöfs 6 timmar, för att kringro den med en galler, och 5 timmar för att uppstiga till dess högsta topp, hvaraf man kan sluta, att dess höjd ej måste vara mindre än 1000 fot.

Det nyaste och af oss mera kända exemplet af en sådan upphöjning hafva vi år 1831 sett i Medelhafvet på 8 mils afstånd från *Sciacca* mellan ön Pantellaria och södra kusten af Sicilien. Denna ö har af särskilta observatorer fått olika namn: *Ferdinande*, *Julia* m. m. Enligt Geognosten *Hoffmans* beskrifning, hvilken under denna tid var på Sicilien, hade innevävarne i *Sciacca* i 5 dygn från den 14 (26) till den 20 Juni (2 Juli) märkt några för öfrigt icke särdeles starka skakningar. Derefter börjades troligen redan bildningen af ön på ett ställe, der hafs-djupet förut var från 600 till 700 fot. Den 24 Juli närmade sig *Hoffman* stället för sjelfva företeelsen på 1½ versts afstånd, och varseblef en låg, svart och obetydlig ö, hvilken utgjorde basen för en hög rökpelare. Diametern på denna krater var = 600 fot. Tjocka moln af hvita ångor, genom hvilka stundom flögo svarta stenar, uppstego i stor mängd ur kratern utan synnerligt buller; men tidtals följde starka utbrott af svarta förslaggade massor och vulcanisk aska. Då ett dylikt utbrott begynte, uppsteg i nedra delen af den hvita ångpelaren en 600 fot och derutöfver hög svart rök-pelare, hvilken vid öfra ändan utbredde sig åt alla håll; genom denne förnyades oupphörligt utbrotten af aska och stenar, hvarigenom hela fenomenet kom att likna en bukett af våra fyrverkeri-raketter. Hela denna företeelse var beledsagad af ett starkt sprakande, men utan all låga; endast stundom korsades den mörka kolonnen af klara blixtar, hvarpå följde stark åska; hafvet kokade härvid af de i detsamma fallande uppglödgade stenarna. Sådana starka utbrott fortforo omkring 10 minuter, hvarvid öns yta tilltog genom de utkastade massorna och höjde sig allt högre och högre; derefter följde en

ny period, hvarunder utbrottet saktade sig. Öns höjd uppnådde slutligen omkring 200 fot, och omkretsen circa en verst.

Den första Augusti slutades dessa eruptioner fullkomligt, och man kunde besöka ön utan fara. Hafs vågorna förstörde snart dess stränder, som bestodo af lösa massor, och i December samma år var ön fullkomligt betäckt af hafvet; några månader derefter kunde fartyg med säkerhet segla öfver detta ställe. Den 4:e Maj 1833 började här nya eruptioner, men de slutades, utan att qvarlemna efter sig det minsta spår.

Vulcaner.

§ 66. Vi hafva förut anmärkt, att redan den yttre nästan regelbundna koniska formen åtskiljer vulcanerna från andra berg; vid konens spets finnes en fördjupning, som kallas *vulcanens hufvud-krater*; ofta förekomma på toppens sido-väggar dylika fördjupningar, *sido-kratrar*; de vulcaniska eruptionerna ske såväl genom de förra, som genom de sednare. Den koniska formen hos dessa berg är en följd af sjelfva eruptionerna; de flytande lava-massorna, hvilka uppstiga till kraterns mynning och utflyta åt alla håll, gifva tydligen vid afkylning åt berget det koniska utseendet. Denna regelbundna form, tillika med den egna karakteren hos de bergarter, hvilka utgöra konens-väggar, gifver oss ett medel att bestämma, om äfven sådana berg, som ej mera äro versksamma, äro fordna eller så kallade *slocknade vulcaner*. Efter sitt läge delas vulcanerna i tvenne klasser: *Kedje-vulcaner* och *central-vulcaner*. Uti kedje-vulcanerna ligger ett visst antal dels verksamma, dels slocknade vulcaner i rader, hvilka ofta hafva betydlig utsträckning. Hela Stilla Hafvet är omgifvet med en sådan kedja af vulcaner; i Amerika sträcka de sig längs Cordillerna, från deras södra spets till den nordligaste; genom Aleutiska vulcanerna fortsättes deras kedja i Asien, hvarest Kamtschatka-vulcanerne, Japanska, Philippinska, Sunda- samt Nya-Hollands vulcan-kedjor förekomma (se Kartan II och III). Exempel på central-vulcaner förete Canariska öarne, hvarest man kan anse

Pic de Teyde som deras hufvud-medelpunkt. Till denna klass måste man äfven räkna Sicilianska och Neapolitanska vulcanerna, hvartill *Lipariska* öarne höra, och för hvilkas center man måste antaga den ofantliga konen *Aetna*; hit hör ock *Hekla* med andra vulcaner på ön Island; vidare förete *Hotscheu* och *Peschan* i Thian-Schau-bergskedjan ett ganska anmärkningsvärdt exempel på central-vulcaner i midten af en continent; slutligen höra till de anmärkningsvärdaste verksamma central-vulcaner de ny-upptäckta bergen *Erebus* och *Terror*, som midt ibland isen höja sig i den 6:te verldsdelen, och hvilka utkasta sina glödande massor på de eviga snö-fälten af detta södra polar-land.

§ 67. Vulcanerna äro i verksamhet ej allenast under Fenomen vid vulcanernas lugna tillstånd. sjelfva eruptionen, utan äfven under deras så kallade lugna tillstånd; och som dessa begge slag af verksamhet äro ganska skiljaktiga från hvarandra, så skola vi skildt betrakta dem,

Ännu verksamma vulcaners *lugna tillstånd* betyder i följd af det sagda icke deras fullkomliga overksamhet, utan detta uttryck begagnas såsom motsats mot de sällsynta *eruptions*-fenomenerna. En i lugn befintelig vulcan märkes redan på afstånd af röken, som uppstiger från dess öfre delar, och som i form af en kolonn omger dess spets; detta fenomen kallas i Italien *Fumarola*. Denna rök uppstiger från sjelfva *kraterns* eller *eldgapets* kanter, eller ur smala remnor i sidornas öfre delar, samt åtföljes stundom af ett eget fräsande. Genom observationer öfver denna röks beståndsdelar har man utrönt, att den till största delen består af vatten-ångor, så att till och med observatorns andedrägt något besväras i sjelfva fumarolen; bäst bevises detta derigenom, att *Breislach*, som var förvaltare af alun- och svafvel-fabriken *Solfatara* vid *Puzzuoli*, hvilken låg i sjelfva den redan sedan 1198 utslocknade kratern, dagligen genom dessa ångors afkylning erhöill 70 cub. fot rent vatten, som han begagnade till mat.

Likväl uppstiga jemte sjelfva ångorna ur vulkanernas

inre ännu andra ämnen, t. ex. frigjorda syror, salter, stundom till och med föreningar af metaller eller brännbara kroppar. Bland syror, som uppstiga genom fumarolen, förekommer i synnerhet i stor mängd *svafvel-väte*, som vid dess utkomst ur vulcanens inre förbrinner genom beröring med luftens syre, i det svaflet afskiljes, hvilket också förnämligast erhålles ur vulcanernas kratrar. Andra syror inverka på stenarna, hvilka bilda kraterns väggar, och hvitbleka dem, så att lavan, som omger dessa ställen, stundom erhåller ett fullkomligt hvitt utseende, likt krita.

Vulcaniska eruptioner.

§ 68. Under det vi betraktade sambandet mellan jordbäfningar och vulcaniska eruptioner, hafva vi anmärkt, att de sednare alltid föregås af jordbäfningar, hvilka stundom hafva ofantlig utsträckning. Om en vulcan på längre tid förblifvit i lugnt tillstånd, och följakteligen communicationen mellan dess inre flytande massor och atmosfären blifvit svårare, så erhålla de inre krafterna vid bemödandet att öppna nya communicationer en större spänning, och jordbäfningarna blifva särdeles starka. Före den märkvärdiga eruptionen år 79 eft. Ch. f, genom hvilken städerna *Herculanum* och *Pompeji* fullkomligt förstördes, befann sig Vesuvius så länge i hvila, att de kring berget boende folkslagen ej visste, att detta berg någonsin varit eldsprutande, och man kan endast af *Strabo's* beskrifning, att det är af gråaktig färg samt betäckt med sprickor och stenar, liknande sådana, som varit underkastade stark hetta, sluta, att det äfven fordom varit vulcaniskt. Derföre voro äfven jordbäfningarne några år före utbrottet så starka, att större delen af byggnaderna i *Herculanum* och *Pompeji* blefvo kullkastade, hvilket bevises derigenom, att man i den nuvarande *underjordiska* staden *Pompeji* funnit byggnader, hvilkas reparation ännu icke blifvit slutad. Sjelfva utbrottet har utan tvifvel varit ett bland de starkaste, emedan efter *Plinii* beskrifning askan från Vesuvius drifvits icke allenast till Rom, utan till och med ända till Afrika och Syrien.

De första kännetecknen till ett utbrott bestå i höjning af krater-bottnet, som betäckes af ett lager flytande lava. Härvid tilltager fumarolan, i det den antager ett mera mörkt utseende; om natten är i den ett rött från den svallande lavan reflecteradt sken synligt, hvarigenom den öfre delen af rök-kolonnen erhåller färgen af åsk-moln. Det har lyckats djerfva observatorer, att få se lavans svallning i det inre af sjelfva kratern; de jemföra den med smält malm. Än höjer sig, än sänker sig denna eldmassa; tidsals bryta sig ångor och gaser genom henne med starkt brakande, och uppblåsa lavans sega massa i blåsor på ytan; dessa blåsor spricka med ett brakande, som liknar kanon-skott, hvarvid lavan kringkastas till mer eller mindre betydlig höjd; några af dessa kringkastade massor utflyga i form af raketter, i det de kringkasta gnistor, andra återfalla i vulcanens krater. De utkastade flytande massorna antaga i luften gestalten af ofantliga droppar, hvilka, då de icke hunnit fullkomligt hårdna, vid fallandet på jorden nertill erhålla en jemn yta, hvilket man kan se på många af dessa så kallade *vulcaniska bomber*, som påträffas vid nästan alla vulcan-sluttningar. Under hela denna tid höres i bergets inre ett kanonskott liknande starkt buller, som upprepas allt oftare och oftare. Slutligen blir rök-kolonnen nästan svart, och på denna mörka grund visa sig ännu klarare de utkastade glödgade bomberna. De af dem, hvilka återfalla i vulkanens mynning, sönderslås i mindre stycken vid mötet med andra uppåtstigande förslaggade massor och bilda ett groft grus, bekant under namn af *Rapilli* eller *Lapilli*; vid än finare sönderdelning kallas dessa massor *vulcanisk sand*, och vid fullkomligt dammlikt tillstånd äro de kända under namn af *vulcanisk aska*, som vid vulcaniska eruptioner utkastas till ofantlig mängd; derföre anser man ock, att den bildas annorlunda, nämligen genom ångornas trängande genom lavans flytande massa, hvarvid den först förvandlas till ett slags skum, hvilket sedermera söndersmulas till aska. En dylik

skum-form företer *pimpstenen*, som är en ganska vanlig vulcanisk produkt. Den vulcaniska askan har gråaktig färg och liknar vanlig aska; till följe af dess partiklars finhet bortföres den af vindarne till ofantliga afstånd och i sådan mängd, att ofta sol-ljuset fördunklas. Vid Aetnas utbrott år 1329 blef askan bortförd till ön Malta, och vulcaniska askan från ön St Vincent år 1812 förmörkade dagsljuset på ön Barbados, på 20 mils afstånd från den förra. Vid stark utkastning af denna aska antager dess långa pelare gestalten af ett ofantligt träd, och under denna form erhåller den namnet *Pinie* (d. ä. Sibirisk ceder). Talrika blixtar, hvilka åtföljas af starkt åskdunder, klyfva oupphörligt den tjocka pinie-röken och göra genom sitt bländande zigzag detta fenomen än mer storartadt.

Lava.

§ 69. Slutligen, efter alla dessa företeelser, börjar *lavan*, likt en stråle af smält malm, att utrinna; denna företeelse förnyas desto oftare, ju mindre vulcanens höjd är. Så t. ex. fortfar oupphörligt lavans uttrinnande ur vulkanen *Stromboli*, hvilken höjer sig till blott 2700 fots höjd; detsamma observeras äfven hos många andra mindre vulcaner, t. ex. på ön *Bourbon*. Mindre oftare visar sig lavan vid utbrotten hos *Vesuvius*, hvars höjd = 3600'; här måste redan de underjordiska krafterna hafva större spännkraft, för att frambringa eruptioner, och derföre öppna sig ofta utom öfre hufvud-kratern äfven mindre kratrar på bergets sidor, och alltid närmare toppen än foten. Hos vulkanen *Aetna*, hvars höjd = 10200', inträffa lava-utbrotten ännu mera sällan och i synnerhet sällan ur sjelfva hufvudkratern; historiskt äro endast 30 eruptioner hos *Aetna* kända, och af dem hafva blott 10 ägt rum genom hufvud-kratern. Hos *Piken på Teneriffa* (11600') är intet utbrott af lava ur hufvud-kratern känt, och i allmänhet äro här eruptionerna ganska sällsynta, samt inträffa icke mer än engång på seklet. Slutligen utkasta de höga *Amerikanska vulcanerna*, hvilka äro nära 2 ggr högre än *Pic de Teyde*, aldrig någon verklig lava;

den kokar endast i bergets inre, och ur kratern utkastas allenast mindre stycken i form af rapilli, grus eller aska. Dessa ämnen betäcka vanligen slutningarna på dessa berg; endast på ena sidan af vulcanen *Antisana* har Humboldt funnit en längesedan stelnad lavaström i form af en smal uppfifrån neråt löpande strimma.

Börjar lavan att rinna från en ny öppning, så öppnar sig alltid en sådan i form af en från bergets spets åt dess fot löpande spricka; i början rinner lavan ur sprickans nedre del, tills dess höjd i hufvud-kanalen blir lägre än denna öppning; då upphör strömmen, och ifrån sprickan eller sido-kratern utkastas endast rapilli och vulcaniska bomber, aldeles på samma sätt som förut ur hufvud-kratern. Om de inre krafterna åter erhålla större spänning, så uttrinner lavan, i det den höjer sig i hufvud-kanalen, antingen från samma spricka, men då redan litet högre ifrån än förut, öfver de stelnade delarna af den förra massan, eller ur hufvud-kratern, ifall sprickan blifvit fullkomligt igentäppt.

Lavans temperatur vid uttrinnandet från kratern måste vara ganska stor, till och med högre än temperaturen hos smältande malmer, emedan den i klostret Torre-del-Greco vid eruptionen år 1737 kunde smälta glas, koppar, silfver och andra metalliska saker, ja till och med jern-effecter började blifva mjuka i den. Derföre måste man antaga lavans temperatur vid dess uttrinnande ur kratern till högre än 1600° R. Under lavans flytande uppstiger rök derur, och gaser frigöras; först stelnar ytan på henne och bildar en hård slaggartad skorpa, under det de lägre lagren ännu fortfara att rinna, ehuru med allt mindre och mindre hastighet; den fasta skorpan värmeledning är så obetydlig, att man kan gå på den, under det de nedre delarna ännu fortfara att rinna. Till lavans utomordentligt dåliga ledningsförmåga kan man sluta deraf, att *Spalanzani* vid Aetna fann en 11 månader dessförinnan utkastad lavaström, i hvars sprickor de nedre delarne ännu befunno sig

i rödglödande tillstånd; en käpp, nedstucken i en af dess sprickor, antändes genast.

Efter svalnandet företer lavan en hård massa, som närmare till ytan är uppfylld af stora ihåligheter, och derfore har ett poröst utseende; längre ner i djupet blifva dessa blåsor allt mindre och derjemte färre, så att slutligen en fullkomligt fast massa påträffas. Det är ej svårt, att begripa bildningen af dessa blåsor; ur lavans massa frigöras under dess rinnande gasartade ämnen, och dessutom tränga vattenpartiklarne i den fuktiga jord-ytan, på hvilken lavan framflyter, i form af blåsor genom den glödande lavans flytande massa, i det de förvandlas till ångor. Dessa blåsor gå fritt genom de nedre, ännu mycket lättflytande lagren, men i de öfre, der lavan blifvit mera fast, i det den afsvalnats genom beröring med luften, kunna de gasartade ämnena endast med möda uppstiga, och vid afsvalnningen kvarblifver större delen af dem i lavans massa, samt ger den det ofvanomnämnda porösa utseendet. Den öfre delen af hvarje uppstigande blåsa är klotformig, den nedre delen åter antager formen af en med sin spets neråt vänd kott. Men, emedan lavans massa under blåsornas uppstigande oupphörligt rör sig framåt, så är den klotformiga delen utdragen i rörelsens rigtning, och den koniska är hoptryckt samt företer i följd deraf formen af en kil. Axeln af hvarje blåsa ligger i strömmens rigtning, så att man af denna axels läge kan bestämma strömmens rigtning, och sålunda till och med vid äldre strömmar, utvisa, från hvilken krater de utrunnit.

Hvad lavans mineralogiska karakter beträffar, så kan man under benämningen lava icke förstå något bestämdt ämne, emedan lavans sammansättning måste blifva ganska olika, allt efter de ämnen, genom hvilkas smältning den blifvit bildad; derfore betecknar ordet *lava* icke något särskilt mineral, utan hvarje massa, som ur vulcaners kratrar blifvit i smält tillstånd utkastad.

Geologerna dela alla hithörande arter i tvenne hufvud-

afdelningar: *stenartade* och *glasartade* lavar; de sednare likna till sina karakteristiska kännetecken fullkomligt våra svarta glas. Försök att omsmälta lava bevisa, att lavan liksom glaset antager ett stenartadt eller glasaktigt utseende, allt efter dess långsammare eller hastigare afkylning.

§ 70. Det återstår oss ännu, att upplösa den frågan: Theorie öfver de vulcaniska verkningarna. genom hvilka orsaker kan man förklara de noggrannt betraktade företeelserna vid jordbäfningar och vulcaniska eruptioner? Af det föregående är troligt, att begge dessa fenomen bero af samma krafters inverkan; de i jorden inneslutna förtätade gasformiga massorna frambringa i hög grad starka skakningar endast så länge, tills de befriat sig ur sina förvaringsrum, i det de öppnat sig en väg till atmosfären, och vulcaniska utbrott äro inneslutna massors frigörelser ur jordens inre genom dessa gasers verkan. Men, af hvilken natur äro dessa gaser? Vi hafva sett, att de ur vulcanens krater oupphörligt uppstigande fumarolerna bestå nästan uteslutande af vatten-ångor; vi veta vidare, att vid vulcaniska eruptioner talrika blixtar genomkorsa kanterna af den så kallade pinnien, och i det följande skola vi få se, att åskvädret är en följd af vatten-ångornas hastiga afkylning; slutligen är det bekant, att spänn-kraften hos vatten-ångorna är mycket större än elasticiteten hos starkt uppvärmda gaser; — af allt detta blir det ganska sannolikt, att man i *elasticiteten hos vatten-ångorna* måste söka den förnämsta verkande orsaken till dessa fenomen. Men, hvarifrån kommer det vatten och den värme, som deraf bildar ångor af så stor elasticitet? Emedan berg-salt och chlorväte-syra finnes bland de olika ämnena, som ur vulcaner uppkastas, är det troligt, att hafvet deltagar i de vulcaniska eruptionerna; men äfvenså kan sött regnvatten spela samma rol, i det det genom sprickor i jordens inre filtreras till de ställen, hvarest de vulcaniska utbrottens verkande krafter förefinnas. Ehuru den förre åsigten, hafs-vattnets deltagande vid vulcaniska eruptioner, förutsätter vulcanernas närhet till hafs-kusterna, har Humboldt

ådagalagt deras existens äfven i sjelfva det inre af den Asia-tiska continenten. Vulcanernas läge längs continenternas kuster kan man tillfredställande förklara derigenom, att hafskusterna utgöra, så till sägandes, kanterna af continenternas upphöjning, att följaktligen äfven sambandet mellan de aflägrade lagren på dessa punkter är mera stördt, och derföre kunna här ångorna samt den genom dem upphöjda lavan lättare öppna sig en väg till atmosfären.

Angående källan till den ofantliga värme-quantitet, som erfordras för vattnets förvandling till ångor, äro geologerna af olika mening. Några antaga vattnets kemiska verkan på svafvel-kisen såsom orsaken till värmets vid vulkaniska eruptioner; de grunda sin åsigt på det bekanta experimentet af *Lemeri*, hvilken i jorden nergräfdde en blandning af jernfilspån och svafvel-pulver med en tillbörlig quantitet fuktighet, samt fann, att denna blandning småningom uppvärmdes; efter några dagar upphöjde de under dessa förhållanden bildade ångorna och kastade åt sidan den jord, som låg öfver blandningen. Häremot måste man likväl anmärka, att en sådan företeelse inträffar blott då, när jern- och svafvel-partiklarne icke ännu blifvit kemiskt förenade, men i svafvel-kisen befinna sig jernet och svaflet redan bundna. Andra följa den utmärkta *Davy's* åsigt, hvilken han sjelf föröfrigt redan frångått i sin sista afhandling, och föreställa sig, att i jordens inre finnas alkalier, nemligen kalium och natrium, i metallisk form, och att vid beröring med vatten dessa metaller förena sig med vattnets syre, i det de frigöra en stor quantitet värme. Men dessa metallers existens är på intet vis bevisad, och vid några jordbäfningars ovanliga utsträckning skulle man måsta förutsätta, att de i jordens inre utgöra ofantliga massor. Längre fram skola vi få se, att temperaturen hos den fasta jordmassan allt mer och mer tilltager vid inträngandet under dess skorpa, och att den vid några miles djup efter all saunolikhet uppnår 2000° R. och derutöfver; denna

höga temperatur kan på det naturligaste sätt förklara uppkomsten af ångor i våra vulkaners laboratorier.

Visserligen är det för oss omöjligt, att med noggrannhet bestämma, huru vulcaniska utbrott förberedas i jordens inre, och efter all sannolikhet kunna vi aldrig erhålla en fullkomlig upplösning på denna fråga; men vi äro likväl i stånd, att förklara oss möjligheten af dessa fenomen enligt oss redan bekanta naturlagar. Om vi antaga, att jordklotet utgör en flytande eldkula, med ett i hänseende till dess diameter obetydligt fast omhölje, genom hvars sprickor vattnet oupphörligt sipprar, så måste man på gränsen mellan den fasta skorpan och den flytande massan söka det ställe, hvar-est orsakerna till de vulcaniska utbrotten uppkomma. Resultaterna af våra forskningar hafva verkligen visat, att detta ställe i alla händelser befinner sig på ett ganska stort djup. Emedan tjockleken hos den fasta skorpan förökades genom en beständig afkylning, hvars hastighet berodde af de öfre lagrens värmelednings-förmåga, så måste vi antaga, att denna gräns-yta mellan fasta skorpan och den flytande massan icke företer utseendet af en slät, klotformig yta, utan att den har ojämnheter, liksom jordytan, men hvilka der kanske ej äro så tydligt utmärkta.

Föreställom oss att OPQ (fig. 19) är jordskorpan yttre gräns, som är vänd mot atmosfären, och att ABCDE är fasta skorpan inre gräns, som står i beröring med kulan M:s flytande massa. Om nu fuktighet tränger i det inre genom ytans sprickor, så skall den bildade ångan, hvilken samlat sig i hvalfformiga rummet ABC, och hvilken der erhållit en hög temperatur, börja att trycka åt alla sidor, så väl uppåt som neråt på kulans flytande massa. Om slutligen denna ånga samlats till den mängd, att den uttränger den flytande massan till AC, så intränger ångan i rummet CDE och börjar der alstra en tryckning uppåt, under det att den vid B upphört, eller åtminstone blifvit svagare; i följd häraf uppkommer en skakning hos skorpan d. ä. en jordbäfning.

På sådant sätt kan ångan utbreda sig från ena grottan till den andra och frambringa skakningar på ofantliga sträckor. Häraf är lätt att se, det jordbäfningar uppstå företrädesvis på sådana ställen, der redan dylika inre rum eller grottor existera, d. ä. de skola isynnerhet ofta förnyas på bestämda trakter af jordytan, hvilket äfven fullkomligt öfverensstämmer med observationerna.

Om vi antaga, att bredvid grottan ABC icke finnes någon annan grotta, utan vulcanen OKP, hvars öppning FK blifvit betäckt med lava, som här bildat en skorpa af bestämd tjocklek, så skola ångorna i rummet ABC, innan de ännu nertrycka ytan AC till F, till vulcanen fortplanta sin tryckning och, om detta tryck blir tillräckligt starkt, så sönderbryter det slutligen krater-skorpan, och den inre massan utpressas till ytan; då hafva vi en vulcanisk eruption. Utkomma åter endast ångor genom vulcanens krater, så bilda sig härvid rapilli och vulcanisk aska. Häraf är klart, att med en påföljande eruption de föregående jordbäfningarne måste upphöra. Om ångorna icke finna en sådan utgång, så kan deras elasticitet tilltaga ända till den grad, att de slutligen på ett nytt ställe genombryta jordskorpan samt der bilda en ny vulcan; ett dylikt exempel hafva vi sett vid höjningen af berget Jorullo i Mexiko.

Sålunda kunna vi göra oss ett begrepp om ångors verkan vid vulcaniska utbrott och jordbäfningar, utan att till hjälp antaga några andra krafter än de, vid hvilkas starka verkan vi redan äro vana. Denna förklaring bör man icke anse för någonting annat, än endast ett försök att förklara jordbäfningarnes gåtlika fenomen; i verkligheten kunna omständigheterna vara fullkomligt andra.

§ 71. Företeelsen af gyttje-utbrott ur jordens inre ge-

Falska vulcaner. nom kratrar, eller så kallade *falska-vulcaner*, hör till samma slag af fenomen. Äfven här föregås eruptionerna af jordbäfningar, åtföljda af underjordiskt buller, hvilket vi se af en beskrifning öfver ett sådant utbrott, som inträffade år 1827

vid byn *Jokmala*, icke långt från staden Baku. Efter jordbäfningarna uppsteg en ofantlig eld-pelare, hvilken höll sig tre timmar vid en och samma höjd; sedermera sänkte den sig och fortfor att brinna med 3 fots höjd i 20 timmar; det brinnande ämnet var oljbildande gas (kolbunden vätgas), som för det närvarande ännu frigöres på detta ställe. Efter någon tids förlopp höjde sig jorden några fot genom utgjutning af en grå leraktig dy, som utrann ur en mängd smärre kratrar och flödade åt alla håll; den hårdnade leran bildade smärre koner af några fots höjd, på hvilkas spetsar krater-lika fördjupningar bildade sig, uppfyllda med flytande ler-dy; från dem uppstiger till och med ännu tidtals (åtminstone till 1830) en brinnande gas i form af blåsor. Dylika gyttje-utbrott påträffas icke sällan äfven å andra ställen i närheten af Baku, t. ex. icke långt från byn *Balhani*; gasen uppstiger öfver allt, antingen som blåsor genom ett lager af flytande lera, eller genom sprickor i jorden, såsom en oafbruten stråle, hvilken man kan antända, och då fortfar den att brinna, tills regnet eller någon annan yttre orsak släcker den.

Utströmmandet af gaser på dessa orter är icke alltid förenadt med dy-eruptioner, såsom t. ex. vid de så kallade *stora eldarne* i en trakt, som ligger på halfön Apscheron i NO från Baku; här utströmmar gasen i stor mängd ur sprickor i mussel-kalken, och antändes genast vid beröring med eld. Några Indier, eld-dyrkare, hafva bosatt sig i denna trakt; de hafva med kalk betäckt större delen af sprickorna och ledt gasen till midten af en gård, tillhörande en stor byggnad, som liknar ett kloster, der den uppstiger ur fyra höga, i form af ett altar byggda, rör och bildar öfver dem stora ljusa lågor, hvilka brinna så starkt, att regnet icke förstår släcka dem, och derföre med rätta bära namn af *eviga eldar*. Dylika fenomen förekomma äfven i andra trakter och nästan i alla verldsdelar. I närheten af de stora eldarne i provinsen Baku finnas brunnar af hvit och svart

naphta, och på ett ställe utströmmar brännbar gas. Troligen härröra alla dessa fenomen af jordens ofantliga inre värmes inflytande på de tjärhaltiga eller stenkols-rika massorna; åtminstone förete de genom torr destillation af stenkol erhållna produkterna stor likhet med svart och hvit naphta samt med gasen i dessa trakter.

B. *Vattnets verkan.*

Bildningen af flodernas Delta.

§ 72. Vattnet, i det det verkar på jordens fasta massor, dels förstör dem småningom, dels bildar nya lager af de förstörda. Vattnets förstörande inflytande består deri, att det gradvis tär de fasta klipporna och med sin ström bortför de förstörda massorna. Till och med de hårdaste bergarter kunna icke motstå detta gradvisa inflytande; i det de småningom gifva vika för vattnets och luftens förenade verkan, som kemiskt förändrar sjelfva bergarternas sammansättning, förlora deras delar sambandet sinsemellan, bergarten sönderfaller och bortföres af regnet till floderna och hafven. Så förstöres t. ex. graniten, som består af fältspath, kvarts och glimmer; en af fältspathens beståndsdelar, kali, upplöser sig småningom, i följd hvaraf fältspathen förstöres, samt kvartsen och glimmern, i det de förlora sitt sammanhang, bortföras af vattnet såsom sand.

Ju snabbare flodströmmen är, desto större stenar kunna af den bortföras; genom försök har man funnit, att vid 3 fots hastighet i secunden bortföras kvartsstycken af 2 tum diameter; vid två fots hastighet, stycken af en tum; vid 8 tum hastighet endast grof sand, vid 6 tum hastighet fin sand och vid 3 tum hastighet ännu finare gyttja. Derför är det klart, att en flodbädd består i den öfre delen af stora stenar, i den medlersta af grof sand och i den nedra af gyttja.

I denna nedra del af strömmen falla till bottnet äfven de finaste partiklarne, som bestå af sand, lera och kalk;

de bilda här från hvarandra skilda lager, emedan qvantiteten af beståndsdelarne i dem förändras dels genom förändring i strömmens hastighet under olika årstider, dels genom redan förstörda bergarters ersättning genom nya. I dessa lager nergrävas snäckor och hafs-djur, hvilka dö i flodernas mynningar, och med tiden genom ler-, sand- och kalk-partiklarnes ömsesidiga kemiska verkningar hårdnar under vattnet det bildade lagret, liksom förhållandet är med våra hydrauliska cementer.

På sådant sätt bildas småningom i flodmynningarna lager af nya jordarter och slutligen nytt land, *flod-delta*, i hvars bildning ofta äfven hafvet tager en verksam del. Vid det mjuka lagrets hårdnande förändra de i detsamma inneslutna qvarlevvorna ur djur-riket sin sammansättning, det är, deras sammansatta organiska delar ersättas af nya mineraliska, och sålunda ombildas de till det, som vi kalla *försteningar* (petrificater).

Vi hafva anmärkt, att hafvet deltagar i bildandet af *delta*, genom att uppkasta åtskilliga slags massor, men det verkar ännu på ett annat sätt. För det första förstör det klipporna på kusterna genom hafs-vågornas oupphörliga bränningar, och söndersplittrar dem allt mer och mer, så att efter tusental års förlopp hafsbottnet betäckes af fin sand. För det andra bildar hafvet på kusterna nya tillandningar derigenom, att vågorna uppkasta sand och sålunda bilda kullar, bekanta under namn af *Düner*. Slutligen föranleder hafvet äfven, då dess yta antar fast form, oupphörliga förändringar; om vid stranden belägna, från klippor lösryckta, stenmassor falla på isen, så bortföras de vid is-styckenas lossning till aflägsna haf, hvarest de efter isens smältande samla sig på botten likt främlingar på en obekant ort; äfven i våra tider har man sett stora stenar bortförda från Finland till ön Hogland. Enligt namnkunniga Geognosters mening hafva de af oss redan betraktade granit-blocken i Ryssland och Norra Tyskland, hvilka synbarligen enligt sin

sammansättning tillhöra Skandnaviens berg, blifvit sålunda öfverförda från N. mot S. och S. O. på den tid, då dessa trakter ännu voro betäckta af hafvet.

C. Djurs och människors inverkan.

Inverkan
af infuso-
rier.

§ 73. Vi hafva redan omtalat ett slag af förändringar på jordens yta genom djurs inverkan, nämligen bildningen af korall-öar; men djurrikets inflytande på jordens yta visar sig enligt de nyaste upptäckterna ännu i högre grad, och det är sannolikt, så otroligt det än låter, att just sådana djur, hvilka i anseende till sin litenhet med svårighet, ja till och med aldeles icke, kunna ses af ett obehägnadt öga, haft hufvud-inflytandet på jordskorpan's preliminära bildningsprocess. Nyaste tidens mikroskopiska observationer, isynnerhet *Ehrenberg's*, hafva ådagalagt, att åtskilliga ofantliga berg-massor bestå af mycket små *infusorier*. Dessa mikroskopiska djur äro betäckta med ett hårdt af kisel bildadt skal; just de bilda nu genom sitt hopande hela lager. Först blef detta tydligt ådagalagt med afseende å *polerskifern*, som i *Bilin* bildar ett lager af 14 fots tjocklek; sedermera har man funnit samma förhållande vid många andra bergarter, såsom t. ex. i *kiseliguren*, *trippeln*, *halfopalen*, *flintan*; slutligen hafva de nyaste observationer visat, att *kritan*, som bildar så betydliga massor i kritlagren, består af små *polythalamier*, som äro fästade vid en kalkhaltig polyplik stjelk, så att troligen hela kolsyrade kalken, i dess närvarande form, är ett alster af djurriket, samt endast på några ställen genom glödande massors eller ångors inflytande är förvandlad till metamorfiska kalk-arter. Djuren hade troligen till sina byggnader tagit materialet från hafs-vattnet, deri kalk alltid befinner sig i upplöst tillstånd.

Menni-
skans in-
verkan.

Slutligen, låtom oss ännu omnämna förändringar på jordens yta genom människans inflytande. Ehuru det icke är möjligt, att fullkomligt förneka detta inflytande, hvilket

vi se vid dammars inrättning, kärrens uttorkande, skogars nedhuggande, kanalers gräfvande, fältens bearbetning o. s. v. äro dock alla dessa förändringar så obetydliga i jämförelse med dem, som naturen utan människans deltagande åstadkommer, att vi äro berättigade, att anse dem såsom icke förtjenta att omnämnas.

Slutsats.

§ 74. Sedan vi nu korteligen betraktat de fenomen, ^{Vulcanernas och vattnets starka verkan i forna tider.} som för det närvarande observeras på jordens yta, återstår oss ännu att upplösa den frågan: äro de tillräckliga, att förklara äfven alla de förändringar, hvilka på henne försiggått på tider, som från oss visserligen äro mycket långt aflägsna, men hvilka vi dock enligt de i föregående kapitel utvecklade grunder nödvändigt måste antaga?

Bildningen af våra berg och dalar kan förklaras genom vulcanisk höjning, emedan vi ännu varsna dylika höjningar; vidare kunna alla plutoniska bergarter vara alster af forna vulcaniska krafter, som ur jordens inre upphöjt dessa lager i smält tillstånd; deremot hafva de neptuniska lagren blifvit bildade genom vattnets inverkan, emedan vi ännu i våra floders mynningar varsna bildningen af aldeles dylika lager; dessa lager likna de forna aflägrade lagren äfven deri, att dessa liksom de andra innehålla snäckor och i allmänhet kvarlevor ur de organiska rikena. Sålunda är det ingen nödvändighet, att antaga, det i forna tider jorden varit underkastad inverkan af krafter, olika de för det närvarande ännu verkande; man måste blott förutsätta, att, under det dåvarande *ungdomliga* tillståndet af vår planets tillvaro, de vulcaniska och neptuniska krafterna verkade med mycket större energie, än de nu verka.



V Kapitlet.

OM JORDENS GASFORMIGA YTA (Meteorologie).

Vigten af
långvari-
ga meteo-
rologiska
observa-
tioner.

§ 75. Vi vilja nu öfvergå till betraktelsen af de fenomen, hvilka vi observera i luft-oceanen, som omger jordens yta. Enligt sin natur skilja sig dessa fenomen så bjert ifrån de föregående, att äfven methoderna för deras studium äro fullkomligt skilda från dem, hvilka vi vanligen följa vid andra fysiska fenomeners studeraude. Denna egenhet hos de atmosfäriska fenomenerna härrör af deras obeständighet, hvars orsak ligger i den mängd af krafter, som tillsammans inverka på det observerade fenomenet och ofta på ganska stora afstånd.

För att tydligare visa skilnaden så väl mellan sjelfva företeelserna, som mellan methoderna vid deras undersökning, skola vi till jemförelse taga upplösningen af tvenne problem, det ena från kemien, och som nära rör vårt ämne, nämligen undersökningen öfver atmosfäriska luftens sammansättning, samt det andra ur meteorologien, nämligen bestämmandet af solens inflytande på gången af en och samma orts dagliga temperatur.

Luftens sammansättning kan man ådagalägga på olika sätt, men hvilka alltid grunda sig derpå, att den ena af dess beståndsdelar, *syret*, ganska lätt förenar sig med många kroppar, då deremot den andra beståndsdel, *qväfvat*, är känd för sin svaga frändskap till andra ämnen. Man bringar en känd quantitet luft i beröring med sådana kroppar, hvilka lätt förena sig med syret, och tvingar sålunda detsamma att från gasformigt tillstånd öfvergå i flytande eller fast; sedan uppmäter man den gasformiga återstoden,

som består af den andra beståndsdel, qväfve. Ett af de vanligaste och bästa instrumenter till luftens analys är *Voltas Eudiometer*, förändrad af *Döbereiner*. Till en känd luftvolym v , som förmedelst qvicksilfver är innesluten i röret AB (fig. 20), hvilket är deladt i lika volymdelar, tillsläpper man en nästan lika volym ren vätgas, och i blandningen, som bildas af bägge gaserna, införes kulan F, som består af lera och platina-svamp, med hvars tillhjälp hela blandningens syre småningom förenar sig med vätet, i det de bilda vatten; volymen af återstoden r , som uppmätes genom rörets delningar, är en blandning af qväfve med det återstående vätet. Emedan nu $v-r$ betecknar syrets och vätets försvunna volym, och vi veta, att i det sålunda bildade vattnet finnas 2:ne volym-delar väte och en volym-del syre, så är $\frac{1}{2}(v-r)$ volymen af det försvunna syret, och vi hafva sålunda funnit, att i den undersökta luft-volymen v fanns $\frac{1}{2}(v-r)$ volym syre.

Ehuru enkelt detta experiment än synes vara, hör det likväl till kemiens svåraste problem, dervid en stor noggrannhet erfordras, emedan dessutom flere främmande omständigheter hafva inflytande på det erhållna resultatet. Hittil höra: 1) ångorna, som bildades vid syrgasens förenig med vätgasen; genom sin elasticitet nedtrycka de qvicksilfret i röret och föröka derigenom volymen hos den kvarblefna gasen; 2) under sjelfva experimentet, hvilket man fortsätter omkring 24 timmar, för att fullkomligt afskilja syret, förändras vanligen barometer-ståndet; om det t. ex. hade tilltagit, så sammantryckes den i röret befintliga gasen, och återstoden r blir mindre än den verkliga; 3) gasens temperatur i röret kan förändras, med denna förändras äfven elasticiteten och i följe deraf äfven den skenbara volymen; 4) kapillariteten sänker qvicksilfret i röret.

Men alla dessa fel kunna corrigeras, så att en skicklig observator kan, oaktadt desamma, erhålla ett säkert resultat. Inverkan af ångornas elasticitet kan man corrigera,

i det man torkar gasen så väl i början, som efter slutadt experiment; kapillaritetens inflytande kan man beräkna i det man på förhand uppmäter rörets diameter; slutligen kan man af thermometer- och barometer-observationer i början och vid slutet af experimentet genom uträkning reducera luftens volym till samma atmosfärtryck och till en och samma temperatur. Sålunda erhålles slutligen ett resultat, som icke mer beror af dessa främmande omständigheters inflytande, och till en fullständig samt noggrann upplösning af detta problem är en enda med all möjlig sorgfällighet gjord observation tillräcklig.

Helt andra omständigheter uppträda vid lösningen af det andra problemet, som består i bestämmandet af den lag, enligt hvilken solens förändrade läge förändrar temperaturen under ett dygns förlopp. För detta ändamål skola vi naturligtvis observera termometern på vissa mellantider t. ex. hvarje timme eller ännu oftare; men om vi härvid skulle åtnöja oss med endast en dags observationer, så är det ganska troligt, att vi icke erhålla något säkert resultat. T. ex. om det om morgonen var nordlig vind, och den om middagen blef sydlig, så visar sig temperaturen mot aftonen under inflytande af den varma vinden högre, än den borde vara till följe af endast solens inverkan; inflytandet af himmelens klara eller mulna tillstånd, af luftens större eller mindre förmåga att genomsläppa värme, af det fallande regnet m. m. verkar lika märkbart på den regelbundna gången i temperaturens dagliga förändringar. Kan man väl under sådana omständigheter hoppas, att temperaturen någon dag icke skulle förändras genom dylika secundära orsakers inverkan? Det är klart, att vi icke äro istånd att aflägsna dem på samma sätt, som vi vid luftens sönderdelning undanröjde inflytandet af vatten-ångornas elasticitet; likaledes kunna vi icke bestämma deras inflytande genom uträkning, såsom vi t. ex. vid experimentet angående atmosfäriska luftens beståndsdelar bestämde inflytandet af för-

ändringen å luftens elasticitet och värme. Här måste vi inskränka oss endast till observationen, på burudant sätt alla dessa orsaker tillsammans inverka på temperaturens förändring, d. ä. vi kunna blott observera slutresultatet af alla dessa samverkande orsaker. Nu frågas: är det i allmänhet möjligt och på hvad sätt, att, i Meteorologien utforska lagen för en orsaks inverkan, oberoende af andra?

Oaktadt den vid första påseende skenbara omöjligheten, att uppnå det önskade målet, kan man likväl lösa detta problem åtminstone vid många meteorologiska företeelser, nämligen för *alla periodiska fenomen*, till hvilka äfven hör det af oss betraktade fenomenet om temperaturens dagliga förändring. Emedan solen efter 24 timmar, sedan den fulländat sin skenbara bana på himmelen, börjar den ånyo nästan under samma omständigheter i förhållande till jorden, så böra temperaturens förändringar under dessa 24 timmar (hvilka vi framdeles skola kalla *temperaturens dagliga förändringar*) ånyo upprepas; deremot äro de främmande omständigheterna, som äfven inverka på temperaturens förändringar, icke underkastade denna periodicitet, och måste derföre på olika dagar inverka ganska olika. Om man nu gör thermometer-observationer hvarje timme under förloppet af flere dygn, t. ex. under ett helt år, så kunna vi af dessa 365 observationer öfver temperaturens förändringar lära känna dessa förändringars beroende af blotta förändringen allena i solens läge, oberoende af alla andra främmande inflytanden, hvilka vi ofvanföre omnämt.

Låtom oss för större tydlighets skull af alla observationer taga tvenne, t. ex. kl. 10 och 11 på förmiddagen. Genom *solens inflytande* är temperaturen kl. 11 alltid högre än kl. 10, men deremot skola *andra orsaker*, som härvid inverka (såsom t. ex. förändring af vindens riktning, en mer eller mindre klar himmel, regn, m. m.) i det de icke hafva samma periodicitet, stundom nedsänka temperaturen kl. 11 och stundom förhöja densamma. Derföre kan man med san-

nolikhet antaga, att under 365 dagliga observationer temperaturen kl. 11 lika mycket höjes genom främmande orsakers inverkan, som den sänkes i förhållande till den förändring, som endast beror af solens läge; följaktligen, om man sammanslår alla 365 temperatur-observationerna så väl för kl. 10, som för kl. 11, så skola summorna blifva approximativt lika dem, som vi skulle få, om de främmande, icke periodiska, inverkningarne alldeles icke skulle existerat. Således ger oss summan af alla 365 observationerna på den gifna timmen, dividerad med 365, eller, som man säger, *arithmetiska medeltalet af 365 observationer*, den sanna temperaturen för denna timme, d. ä. den temperatur, som beror endast af solens inflytande allena, och arithmetiska medeltalen för alla 24 timmarne i dygnet gifva det önskade resultatet, d. ä. *temperaturens gång under dygnet, såsom ensamt beroende af solens inverkan*. Ju flere observationer, desto större probabilitet, emedan för höga och för låga temperaturer ömsesidigt upphäfva hvarandra, och följaktligen det erhållna resultatet blir desto säkrare; resultatet af 10 års observationer äro mycket säkrare än resultatet af ett års observationer, emedan i förra fallet temperaturen för hvarje dag utgör medeltalet af 3650 observationer. Probabilitetslagen, enligt hvilken vid summering af ett större antal observationer de så kallade *tillfälliga felen*, hvilka uppstå af icke periodiska orsaker, ömsesidigt upphäfva hvarandra, har man kallat principen eller *lagen för stora tal* (la loi des grands nombres), och denna lag tillämpas förnämligast till meteorologiska observationer.

För att med verklig nytta tillämpa denna lag, erfordras ett stort antal observationer, hvilka blifvit gjorda efter en regelbunden plan och under förloppet af många år, och sålunda visar tydligt föregående betraktelse nödvändigheten och vigten af *långvariga meteorologiska observationer*; de förtjena desto mer afseende, som de hvar för sig ej lemna något resultat, och de erfordra derföre icke liten själförsakelse

å observatorns sida. Det är naturligt att sådana observationer endast då hafva sitt värde, då de förmedelst säkra instrumenter göras samvets-grannt och efter en af alla observatorer allmänt antagen plan.

§ 76. Innan vi återvända till de atmosfäriska fenomenerna, måste vi göra oss bekanta med de resultat, hvilka vi erhålla genom de ofvan förklarade experimenterna öfver luftens sammansättning. Den atmosfäriska luften är en blandning af tvenne gaser; *syre* och *qväfve*; efter volym finnes deri 21 $\frac{1}{2}$ af den förra och 79 $\frac{1}{2}$ af den sednare gasen. Dessutom innehåller den en oupphörligt föränderlig, föröfrigt obetydlig, qvantitet *kolsyra* (från 0,031 $\frac{1}{2}$ till 0,057 $\frac{1}{2}$) och *vatten-ångor*. Man har af försöken funnit, att syre-qvantiteten är i luften öfverallt densamma, såväl på fasta landet, som på hafvet, mellan tropikerna och inom polar-cirklarne, på låga ställen och på höga berg. Den constanta qvantiteten af denna gas, som upptages vid hvarje andetag och vid hvarje förbränning, tyckes besynnerlig vid första påseende; men den förklaras ganska väl vid en noggrannare undersökning af fenomenet. För det första, är syre-qvantiteten i hela atmosfären så stor, att den årliga åtgången till andningen och förbränningen utgör en så obetydlig del af hela qvantiteten, att det blefve ganska svårt, att med våra kemiska medel upptäcka förändringar i luftens syrgas-halt. För det andra, är det bekant, att växterna under sol-strålarnes inverkan oaf-lätligt sönderdela luftens kolsyra, i det de tillägna sig dess kolhalt och frigöra syret, så att dessa bägge processer, kolets förenig med syre vid förbränningen och vid djur-rikets andning, samt sönderdelningen af den bildade kolsyre-gasen genom växt-rikets verksamhet, synbarligen ömsesidigt motväga hvarandra. Om dessa processer fullkomligt noga motväga hvarandra, kunna vi icke afgörande besvara; men man har åtminstone under förloppet af många år icke märkt någon förändring af qvantiteten hos luftens omtalta beståndsdelar.

Andra icke mindre viktiga frågor angå atmosfärens höjd.

Atmosfe-
rens be-
ständsde-
lar och
höjd,

Utgör den blott en del af den materie, som *uppfyller hela verldsrymden*, och som genom tyngd-kraften blifvit förtätad kring jorden? Eller *tillhör den jorden särskilt*, såsom ett omhölje, hvilket vid en viss höjd tvärt skiljer sig från den toma rymden? Och, i det sednare fallet, *hvar finnes denna gräns?*

För det första kan man obestriddigt bevisa, att atmosfären icke sträcker sig öfver hela verldsrymden, utan tillhör jordklotet särskilt, ty i motsatt fall skulle alla himla-kroppar vara omgifna af atmosferer, proportionelt mot hvarje kropps gravitations-kraft. Men observationer hafva visat, att t. ex. månen icke är omgifven af någon atmosfer, som motsvarar dess gravitation, emedan en ljus-stråle från någon fixstjerna, under det den går förbi kanten af denna kropp, ej visar någon afvikelse, till och med vid observationer, gjorda med de noggrannaste astronomiska instrumenter, och en sådan afvikelse hos ljus-strålen skulle likväl vara en nödvändig följd af månens atmosfer. Således hör atmosfären på samma sätt till vårt jord-klot, som hafvet och fasta landet, och tillsammans med dem deltagar den ock i jordens rotation omkring sin axel.

Mycket svårare är att visa, vid hvilken höjd från jordytan man måste antaga atmosferens gräns. Det är tydligt, att hvarje yttersta luftpartikel vid atmosferens gräns måste lika mycket fränstötas genom elasticiteten hos de omedelbart under liggande partiklarne, som den attraheras genom sjelfva jordens gravitation, så att bägge krafterna här befinna sig i jemvigt; men luftens elasticitet beror af dess temperatur, och hittills känna vi ej ännu, efter hvilken lag temperaturen förminskas vid uppstigandet i atmosfären, i synnerhet vid stora höjder. I det de antagit särskilda hypotetiska lagar för temperaturens förminskning, hafva åtskilliga lärda åtminstone approximativt uträknat atmosferens höjd. Enligt dessa uträkningar kunna vi antaga denna höjd från 42 till 54 verst. Största höjden måste den hafva öfver eqvatorn, och den lägsta vid polerna; detta följer af centrifugal-kraften, som uppstår genom jordens svängning kring sin axel.

Jordens radie är nära 6000 verst, således är atmosfären vid sin största höjd endast $\frac{1}{11}$ af denna radie och på en glob af 2 fots diameter skulle atmosfärens höjd vara obetydligt mer än en linie. Fig. 21 framställer detta förhållande i mindre skala.

A. Om värme-fenomenerna på jordens yta.

(Alla temperaturer äro i denna afhandling angifna efter Réaumur's thermometer.)

§ 77. Den ytligaste öfversigt af de fenomen, som förekomma på jordens yta, visar redan, att de hufvudsakligen bero af en enda natur-kraft, nämligen af värmets. Redan den olikhet i fenomenerna, som jorden förete i de tropiska och polar-trakterna, eller till och med på en och samma ort om sommaren och om vintern, leder en uppmärksam observator till den slutsatsen, att värmets är hufvud-driffjädern i naturens mechanism, och att alla företeelser i det organiska lifvet äro i synnerhet deraf beroende. Denna observation bekräftas ännu mer vid noggrannare undersökningar af dessa fenomen, och därför jemför man ganska lyckligt värmets betydelse i naturens hushållning med penningens betydelse i det borgerliga lifvet; ju mera värme på något ställe under året åtgår, desto mera utvecklar sig der det organiska lifvet, likasom samfunds-lifvet förete desto mera omvexlingar och njutningar, ju mera penninge-tillgångar finnas till deras underhållande. I ett väl ordnad hushåll erfordras, att icke allenast den nödiga årliga summan är bestämd, utan att äfven fördelningen af denna summa skall öfverensstämma med behofvet under olika års-tider; på samma sätt beror utvecklingen af det organiska lifvet icke allenast af qvantiteten af det årliga värmets, utan också af dess fördelning på olika perioder af året. I anseende till denna värme-fenomenernas vikt i meteorologien samt olikheten af de hithörande problemen, vilja vi noggrannare undersöka detta ämne, i det vi dela detsamma i fyra delar:

1. Temperatur-företeelser, observerade på ett gifvet ställe.

§ 78. Det första fenomen, som erbjuder sig såsom före- Tempe-

Vikten af
värmets i
naturens
hushåll-
ning.

raturens
dagliga
variationer.

mål för våra forskningar, är temperaturens förändring under dygnet; vi hafva redan (§ 75) sett, att härvid erfordras, att observera temperaturen på vissa mellantider och att, för att afskilja främmande inflytanden från solens inverkan, fortsätta dessa observationer åtminstone ett helt år, samt, om det är möjligt, några år. Men framför allt bör man sörja för, att hvarje skild observation blir riktig d. ä. att den utvisar luftens verkliga temperatur. Första villkoret i detta afseende blir pålitligheten af den begagnade thermometer, hvilken måste underkastas alla de correctioner, som enligt fysiken äro nödiga; dessutom måste denna verifierade thermometer vara så placerad, att den angifver luftens verkliga temperatur, d. ä. den bör icke vara utsatt för solstrålarnes omedelbara inflytande, och derföre är det bäst, att upphänga den på byggnadens norra sida och åtminstone vid en famns höjd, emedan försöken hafva visat, att thermometeren allt för nära jord-ytan om dagen anger en för hög temperatur och om natten en för låg. Om alla dessa villkor blifvit uppfyllda, så frågas: huru ofta om dagen måste man observera, för att erhålla temperaturens sanna gång? Observationerna hafva visat, att temperaturen tilltager under förloppet af en timme nära nog i arithmetisk progression; om man derföre bestämmer temperaturen i början och slutet af en timma, så blir den för hvarje medel-moment säker med tillräcklig noggrannhet; af denna orsak anställas de noggrannaste observationer af detta slag icke oftare än hvarje timme, d. ä. 24 gånger i dygnet.

För att bättre inse, huru det önskade resultatet genom dessa observationer ernås, vilje vi betrakta ett enskilt exempel; låtom oss härtill välja de för hvarje timme här i S:t Petersburg anställda och sedan år 1841 hvar 6:te år kungjorda observationerna. Låtom oss först anmärka, att timmarna i Meteorologien betecknas på samma sätt som i Astronomien, d. ä. de räknas från middagen till följande middag, från 0^t till 24^t; vid detta slags tide-räkning betecknas timmar

från middagen till midnatten som vanligt, men från talen efter midnatten till middagen måste man afdraga 12, för att erhålla deras vanliga betydelse; så blir t. ex. 18^t det-samma som 6^t på morgonen efter borgerlig räkning; 22^t i meteorologien motsvarar 10^t på morgonen o. s. v.

Följande tabell innehåller resultaten af de dagliga observationerna öfver temperaturens förändringar, så väl för hela året, som för Januari och Augusti, under hvilka månader de dagliga förändringarne mest skilja sig från hvarandra; hvarje tal i denna tabell är redan det under 6 år observerade medel-talet af alla temperaturer, tillhörande en och samma grupp.

Timmar.	T e m p e r a t u r e r.		
	i Augusti.	i Januari.	för hela året.
0	+ 15,5	— 5,3	+ 4,3
1	+ 15,9	— 5,1	+ 4,7
2	+ 16,2	— 5,0	+ 4,8
3	+ 16,3	— 5,1	+ 4,8
4	+ 16,5	— 5,3	+ 4,8
5	+ 16,4	— 5,4	+ 4,6
6	+ 15,4	— 5,4	+ 4,1
7	+ 14,5	— 5,5	+ 3,6
8	+ 13,7	— 5,5	+ 3,2
9	+ 13,0	— 5,5	+ 2,8
10	+ 12,6	— 5,5	+ 2,6
11	+ 12,2	— 5,5	+ 2,3
12	+ 11,9	— 5,6	+ 2,1
13	+ 11,5	— 5,6	+ 1,9
14	+ 11,3	— 5,6	+ 1,7
15	+ 11,0	— 5,7	+ 1,6
16	+ 10,8	— 5,7	+ 1,5
17	+ 10,9	— 5,8	+ 1,6
18	+ 11,3	— 5,9	+ 1,8
19	+ 11,9	— 5,9	+ 2,1
20	+ 12,8	— 5,9	+ 2,5
21	+ 13,4	— 5,9	+ 3,0
22	+ 14,3	— 5,7	+ 3,5
23	+ 15,0	— 5,5	+ 4,0

För att öfverskådligare framställa den i denna tabell visade dagliga förändringen i temperaturen, är det ganska fördelaktigt att begagna den *grafiska methoden*; man betraktar dervid temperaturerna såsom functioner af de motsvarande observations-tiderna, och uttrycker genom en krok-linie deras dagliga gång. I fig. 22 se vi sådana kroklinier; den öfre uttrycker temperaturens dagliga gång i Augusti, den medlersta hela årets medelgång och den lägsta dagliga gången i Januari. Af planchen ses, att *abscissornas* horizontal-axel är delad i 24 lika delar, hvilka motsvara dygnets 24 timmar, och att timmarna börjas från 18^t (d. ä. 6^t på morgonen). I delningspunkterna äro perpendikulära *ordinater* uppdragne, hvilka motsvara hvarje timmes temperatur, hvarvid längden för 1° är tagen efter behag; slutligen är genom ändarna af dessa ordinatorer en krok-linie dragen, hvilken genom sin krökning uttrycker gången af temperaturens dagliga förändringar. Den öfversta bugten motsvarar den högsta, den nedersta den lägsta temperaturen. Af våra kroklinier härleda vi straxt den slutsatsen, att högsta värmegraden hos oss äger rum om sommaren omkring kl. 4, om vintern omkring kl. 2 och i medeltal omkring kl. 3 på eftermiddagen, samt den lägsta litet före solens uppgång, och derföre om sommaren mycket tidigare (omkring kl. 4 på morgonen) än om vintern (omkring kl. 7 på morgonen). Dylika resultater har man erhållit i alla icke tropiska trakter, der sådana observationer blifvit gjorda; tiden för högsta temperaturen är öfverallt mellan kl. 2 och 4 på eftermiddagen. Mellan tropikerna, der solen alltid uppgår omkring kl. 6, förblifver tiden för den lägsta temperatur under förloppet af året äfven constant, nemligen litet före kl. 6; den högsta temperaturen inträffar här i det närmaste vid middagen.

Skilnaden mellan högsta och lägsta temperaturen eller *amplituden för de dagliga temperaturerna* är ganska olika, allt efter års-tiderna eller det gifna ställets läge; om sommaren är den störst (hos oss 5°, 7), om vintern minst (hos

oss $0^{\circ},9$), i det inre af continenterna större än på kusterna, samt minst i öppna hafvet.

§ 79. I det vi skrida till en theoretisk förklaring öfver ^{Theoretisk förklaring.} den genom observationer funna gången i de dagliga förändringarne, måste vi först nogare skärskåda de omständigheter, som hafva inflytande på jordens uppvärmning genom solen. Vi veta, att jorden är en sferoid, som på 24 timmar vänder sig omkring sin axel; men under dygnets förlopp rör den sig dessutom längs sin bana litet framåt. Den sednare rörelsen, ehuru den är af stort inflytande på temperaturens årliga förändringar, kan likväl vid förklaringen af den dagliga perioden lemnas utan afseende, emedan omständigheterna genom denna rörelse under ett dygns förlopp förändras endast ganska litet.

Af teorien om strålande värme känna vi, att himmelskropparne, liksom alla andra, oupphörligt genom strålning afgifva värme, och att mängden af de på en tidsenhet utsända strålarne är proportionel mot dessa kroppars temperatur. — Derföre utstrålar äfven jordytan sin värme i himlarymden, och återfår i sin tur strålar så väl från solen, som från fixstjernorna, hvilka af oss anses för dylika solar, som vår; jordens uppvärmning af månens och planeternas värme-strålar är åter så obetydlig, att den känsligaste thermometer hittills icke visat några spår dertill. Men mellan solen och fixstjernorna äger med hänseende till oss den vigtiga skilnad rum, att de sednares afstånd jemförelsevis med solens är oändligt stort; efter de nyaste mätningar är den närmaste af fixstjernorna 657,000 gånger längre aflägsen från oss än solen. Derföre är solvärmets inflytande ojemförligt starkare än inflytandet af stjernornas värme, och talrikheten af de sednare kan endast till en del ersätta det, som felas hvarje stjerna, enskilt tagen. Derföre vilja vi först betrakta jordens värmeutstrålning under solens frånvaro, såsom fallet är om natten, och sedan under inflytande af endast solen allena.

Föreställom oss en klar natt; jorden utsänder nu från hvarje punkt af sin yta strålar åt alla punkter af himlahalvfvet, och förlorar sålunda oupphörligt en del af sin värme; men på samma sätt erhåller hvarje punkt på jorden en värmestråle från hvarje stjärna, och summan af alla dessa strålar meddelar denna punkt på jordytan en bestämd värmemängd, som man i meteorologien betecknar med benämningen *verldsrymdens temperatur*. Denna verldsrymdens temperatur kan vara olika allt efter mot hvilken sida af himmelen den undersökta hälften af jordytan är vänd, emedan stjernorna icke äro symmetriskt ordnade på himlahalvfvet; likväl tyckes det, som vore denna olikhet ersatt genom en större mängd; åtminstone hafva våra instrumenter icke hittills visat något inflytande af denna oregelbundenhet. Att verldsrymdens temperatur på alla punkter af jordbanan måste vara densamma, följer deraf, att stjernornas ömsesidiga läge förblifver fullkomligt constant, i följd af deras ofantliga afstånd från jordbanans alla punkter. Huru stor verldsrymdens temperatur är, — d. ä. den temperatur, som en i verldsrymden fritt hängande och för solstrålarne skyddad thermometer skulle visa — känna vi naturligtvis icke; likväl kunna vi med säkerhet antaga, att den är lägre än hvarje hittills på jordytan funnen temperatur, emedan i motsatt fall denna temperatur skulle stiga genom verldsrymds-temperatures inflytande. Derföre antaga vi, att den åtminstone icke är högre än -50° R. Emedan jord-ytan till största delen är betydligt varmare än -50° , så måste den oupphörligt afkylas, och det desto fortare, ju högre dess egen temperatur är, och denna förlust måste fortfara, så väl om natten, som om dagen; men om natten ersättes den genom ingenting, om dagen åter får jorden värme från solen, och i följe af solens stora uppvärmnings-förmåga erhåller den mycket mera, än den förlorar.

Fysiken lär oss, att sol-strålarnes uppvärmnings-kraft beror: 1) af solens afstånd; 2) af strålarnes lutning mot den

af dem uppvärmda ytan, och 3) af genomskinlighetsgraden hos den atmosfer, genom hvilken värme-strålarne gå. Hvad afståndet vidkommer, så förändras detta på olika punkter af jord-banan så obetydligt, att denna förändring till och med under årets förlopp icke äger något märkbart inflytande på solens uppvärmningskraft; deraf är tydligt, att detta inflytande under förloppet af den af oss undersökta dagliga perioden är $= 0$. Deremot beror solens värmningskraft betydligt af strålarnes mer eller mindre *lutande riktning*, emedan den är proportionel till sinus för den vinkel, som strålarne bilda med ytan, på hvilken de falla; vid solens upp- och ned-gång, då denna vinkel är $= 0$, blir äfven uppvärmningen $= 0$; mot middagen tilltager den, och vid denna tid beror den af solens meridian-höjd; derföre är solens inflytande betydligare om sommaren, än om vintern. Hvad slutligen luftens större eller mindre *genomskinlighet* beträffar, så är dess inflytande betydligare än man vanligen förmodar. Ur teorien om strålande värme är bekant, att *genomskinlighet* och *förmåga att genomsläppa värme* äro fullkomligt olika egenskaper; så t. ex. är vattnet en ganska genomskinlig kropp, åtminstone icke mindre genomskinlig än ett bergsalt-lager af samma tjocklek, men dess *värme-genomtränglighet* är betydligt mindre. Sålunda hafva ock vatten-partiklar, som befinna sig i atmosfären, och hvilka gifva luften ett töcknigt utseende, ganska liten värme-genomtränglighet, och såvida atmosfären i horisontel riktning erbjuder ett betydligt djupare och af dessa vatten-partiklar mera uppfyllt lager, än i vertical riktning, så är ock dess genomskinlighet, samt förnämligast värme-genomtränglighet, mycket mindre i horisontel, än i vertical riktning. Derföre är solskenet vid solens upp- och ned-gång så svagt, att vi kunna se på henne med blotta ögonen, och solstrålarnes värme, då solen befinner sig vid horisonten, är ännu mindre kännbar.

Sålunda se vi, att jemte solens höjd öfver horisonten

tvenne orsaker medverka till förökande af dess strålars värmningskraft; för det första, en mindre lutning hos de infallande strålarne, och för det andra, en större värmegenomtränglighet hos atmosfärens öfre lager. Och i sjelfva verket tilltager ock solens uppvärmningskraft betydligt hastigare, än sinus för de vinklar, hvilka strålarne bilda med jordensyta.

I det vi nu återvända till theoretiska bestämningen af temperaturens dagliga förändringar, måste vi på grund af det föregående afse å ena sidan *värme-utgiften* genom utstrålningen, å den andra åter *värme-inkomsten* genom solens inverkan; utgiften sker oupphörligt, men alla dygn olika, — inkomsten begynner med solens uppgång, tilltager hastigt i mån af dess höjning öfver horisonten, men aftager mot aftonen vid dess sänkning ånyo lika hastigt.

Låtom oss från aftonen börja våra undersökningar. Vid denna tid uppstår endast en utgift, och därför förminskas temperaturen under natten allt mer och mer; men, emedan utstrålningen blir desto mindre, ju lägre jord-ytans temperatur är, så sker temperatur-förminskningen i början hastigare och sedermera långsammare; litet före solens uppgång begynner värme-inkomsten genom solens första strålar, hvilka reflecteras från jord-atmosfärens öfre lager, men snart blir den större än värme-utgiften, som vid denna tid är ganska obetydlig; till följe häraf måste lägsta temperaturen inträffa vid soluppgången, såsom i verkligheten äfven är fallet. Från solens uppgång ända till dess nedgång verka utgift och inkomst tillsammans; solstrålarne börja falla allt mindre och mindre lutande, och inkomsten tilltager hastigt, men derjemte begynner utgiften att förökas genom utstrålningen, hvilken är proportionel mot jord-ytans temperatur. Vid middagen är värme-inkomsten störst, men temperaturen uppnår icke ännu sin största höjd, emedan, ehuru inkomsten efter middagen väl begynner minskas, den dock i början allt ännu är större än utgiften, följakteligen måste temperaturen ock allt ännu

tilltaga. Men vid temperaturens tilltagande växer äfven utgiften, och efter middagen måste ett moment inträffa, då den aftagande inkomsten och den växande utgiften slutligen blifva lika; detta blir momentet för den högsta temperatur, emedan efter densamma utgiften redan blir större än inkomsten. I följd deraf förminskas temperaturen, och denna förminskning måste fortfara ända till aftonen, då inkomsten fullkomligt upphör. Det var från detta ögonblick vi började undersöka temperaturens förändring. Hittills har det icke varit möjligt att bestämma den tid på eftermiddagen, då utgiften och inkomsten äro lika, eller momentet för den högsta temperatur; men observationerna visa, att i de tempererade klimaterna högsta temperaturen inträffar mellan kl. 2 och 4 på eftermiddagen, i tropikerna åter straxt på eftermiddagen.

§ 80. Då vi nu af föregående undersökning känna temperaturens förändringar under loppet af dygnet, låtom oss återvända till en icke mindre vigtig fråga: huru stor är i allmänhet den under dygnet verksamma värmequantitet? För utvecklingen af det organiska lifvet, förnämligast hos växterna, är denna fråga isynnerhet af vigt. För en gynnsam vegetation erfordras vid temperaturens dagliga förändringar endast, att temperaturen om natten icke sänker sig under fryspunkten, ty i motsatt fall, d. ä. *vid natt-frosterna*, lida växternas ömmare delar; om denna omständighet icke äger rum, så medför temperaturens dagliga förändring endast det inflytande på växternas utveckling, att den om natten är mindre betydlig, än om dagen. Deremot beror växt-lifvets större eller mindre grad af utveckling förnämligast af värmets absoluta dagliga qvantitet; derföre vilja vi nu återvända till methoderna att bestämma densamma.

För att icke begagna en ny planche, så låt kroklinien BCD på vår figur 22 beteckna, icke som förut den dagliga medel-förändringen i temperatur, utan temperaturen på någon viss dag, ordinaterna åter temperaturen för hvarje dess timme,

Dygnet's
medel-
tempe-
ratur.

så uttrycker tydligt summan af alla ordinator, d. ä. ytan ABCDE, som är innesluten mellan kroklinien, absciss-axeln och de yttersta ordinaterna, hela qvantiteten af det dagliga värmnet. Vanligen uttrycker man denna yta genom en med henne lika stor rectangel AMNE, hvars bas är absciss-axeln, och hvars höjd är ordinaten AM, som ännu skall bestämmas; och denna sökta ordinat motsvarar en temperatur, så beskaffad, att om den vore constant hela dygnet igenom, värme-qvantiteten under dygnet skulle vara densamma, som den i verkligheten är; därför kallas den äfven dygnets *medel-temperatur*, och det är klart, att denna medel-temperatur kan tjena som mått för den dagliga värme-qvantiteten.

För bestämmandet af medel-temperaturen, uttryckt genom $AM = T$, veta vi, att $T \times AE = ABCDE$, eller, om vi beteckna ytan ABCDE genom Q och AE genom $24 \cdot a$, (der a svarar mot en timme), så få vi $Q = T \times 24 \cdot a$, och $T = \frac{Q}{24a}$.

Det återstår således att bestämma Q . Vi hafva sett (§ 78), att temperaturen under loppet af timmen förändras nästan i en aritmetisk progression; därför kan linien BFCGD framställas genom en bruten linie, och ytan mellan tvenne på hvarandra följande ordinator kan anses för ett trapezium; sålunda blir Q summan af 24 sådana trapezier. Om vi genom t_0, t_1, t_2, t_3 , o. s. v. beteckna temperaturerna för timmarne 0, 1, 2, 3, o. s. v. så få vi ytan af det första trapezium lika med $\frac{t_{18} + t_{19}}{2} \cdot a$, det andra lika med $\frac{t_{19} + t_{20}}{2} \cdot a$, det tredje $= \frac{t_{20} + t_{21}}{2} \cdot a$ o. s. v. samt det sista $= \frac{t_{17} + t_{18}}{2} \cdot a$. Då vi summera alla dessa värden, och utbryta den gemensamma factorn $\frac{a}{2}$, få vi:

$$Q = \frac{(t_{18} + t_{19}) + (t_{19} + t_{20}) + (t_{20} + t_{21}) + \dots + (t_{17} + t_{18})}{2} \cdot a$$

Och, om vi summera de lika t och rangera dem efter ordningsnummern, så blir $Q = (t_0 + t_1 + t_2 + \dots + t_{23}) \cdot a$,

$$\text{följakteligen } T = \frac{Q}{24a} = \frac{(t_0 + t_1 + t_2 + \dots + t_{23})}{24}$$

d. ä. man finner medel-temperaturen, om man dividerar summan af alla 24 timmarnas temperaturer med talet 24.

På vår figur se vi, att den observerade temperaturen 2 ggr i dygnet är lika med dagens medeltemperatur, nemligen i punkterna F och G, hvilka nära motsvara timmarne 21 och 8; observationer på särskilda ställen hafva visat, att i medeltal detta verkligen inträffar omkring kl. 9 på morgonen och kl. 8 på aftonen; föröfrigt till och med på en och samma ort om sommaren tidigare och om vintern sednare.

Bestämmandet af medeltemperaturen efter observationer hvarje timme har hittills skett endast på få ställen, ty i anseende till svårigheten af detta slags observationer äga vi ganska få sådana, som blifvit gjorda under ett eller några års förlopp. Derföre har man uttänkt andra, ehuru mindre noggranna medel, för att bestämma dygnets medeltemperatur; den tjenligaste observations-metoden grundar sig derpå, att enligt försöken medeltalet af lägsta och högsta temperaturen i dygnet ganska nära motsvarar verkliga medeltemperaturen. Likväl skulle äfven denna method bli ganska besvärlig, om man vore tvungen, att framför thermometern afvakta de ögonblick, då qvicksilfret i densamma uppnår högsta och lägsta höjden, till och med i det fallet, att dessa momenter redan vore approximativt kända; men problemet löses ojemförligt lättare genom begagnande af de så kallade *thermometrograferna*, d. ä. *thermometrar*, som äro så inrättade, att de sjelfva angifva högsta och lägsta temperaturen under dygnet. Den enklaste af dessa *thermometrografer*, hvilka ock derföre af meteorologerna allmänt begagnas, är *Rutherfords thermometrograf* (fig. 23). Till bestämmande af högsta temperaturen tjänar qvicksilfver-thermometern AB med tillräckligt vidt rör och stor kula; ofvannom qvicksilfret befinner sig i röret stälcy lindern C, hvilken har så liten diameter, att den vid thermometerens omvändning

lätt halkar ner i röret. Först ställes thermometern verticalt med kulan neråt, hvarvid stålcyldern faller mot qvicksilfrets convexa yta; sedermera lägges instrumentet i horizontelt läge och utsättes för lufttemperaturens inflytande; antagom, att detta blifvit gjordt om morgonen, förän högsta temperaturen inträffar. I mån af luftens uppvärmning utvidgar sig qvicksilfret, och dess convexa ända skjuter cylindern framåt, hvarvid qvicksilfrets capillardepression icke tillåter det att tränga igenom det smala rummet mellan cylindern och röret; sålunda närmar sig cylindern allt mer och mer rörets ända, tills temperaturen uppnår sitt maximum; då börjar qvicksilfret att sammandraga sig. Vid detta qvicksilfrets tillbakaskridande qvarstadnar cylindern på sitt ställe, så att dess *nedre ända* pekar på det delningsstreck af thermometern, som motsvarar den högsta temperaturen. Till bestämmande af lägsta temperaturen användes spritthermometern DE, äfven med vidt rör; i den cylindriska spritpelaren rör sig fritt glascylindern F. Genom lutning af thermometern, så att kulan blir uppåtvänd, bringar man cylindern till ytan af spriten, hvarvid den genom inverkan af vätskans capillaritet icke utgår derur; derpå lägger man thermometern horizontelt vid den tid, då den dagliga temperaturen börjar sänka sig; då ihopdrager sig spriten, och dess capillaritet, som gör ytan concav, drager med sig cylindern, så att den med sin ena ända oafbrutet vidrör den inre ytan; detta fortfar, tills temperaturen uppnår sitt minimum; derefter börjar spriten ånyo att utvidgas, qvarlemnande cylindern på sitt ställe; följakteligen visar dess *öfre ända* den lägsta dagliga temperaturen. Här af synes, att, då man har tvenne sådana thermometerar, man blott en gång om dagen, t. ex. i de momenter, som ligga mellan maximum och minimum af de dagliga temperaturerna, behöfver luta thermometerbrädet med ändan AE neråt, så att begge cylindrarne vidröra de thermometeriska vätsketyterna; sedan man derefter bringat instrumentet i horizon-

telt läge och öfverlemnadt det åt sig sjelft, observerar man andra dagen cylindrarnes läge, samt erhåller sålunda högsta och lägsta temperaturen under de sedan sednaste observationen förflutna 24 timmarne; medeltalet af högsta och lägsta temperaturen kan, såsom sagdt, antagas för dygnets medeltemperatur.

En annan method för bestämmandet af medeltemperaturen består deri, att man tager arithmetiska medeltalet af 2, 3 eller 4 observationer på dygnet, och bestämmer den till detta medeltal hörande correction, hvilken åter beror af de valda observationstimmarne; denna correction härledes af jämförelsen mellan ortens sanna medeltemperatur och de resultater, hvilka af dylika observationer erhållas på de orter, der en hel serie af observationer är bekant. Af sådana jämförelser har det visat sig, att arithmetiska medeltalet af 4 observationer, kl. 10 och 4 på morgonen och aftonen, eller till och med af blott tvenne, kl. 10 och 4 på dagen, nästan fullkomligt motsvarar dygnets sanna medeltemperatur.

§ 81. Jemförelsen mellan medel-temperaturerna under alla dygn af året angifver *temperatures årliga variation*. Årets medel-temperatur. För att få färre tal till summering, uträknar man först af dygnens 365 medel-temperaturer medel-temperaturerna för de skilda månaderna, i det man summerar medel-temperaturerna af alla dygn i månaden och dividerar summan med antalet af dygn. För att jämföra resultaten på skilda orter är härvid nödigt, att liknämninga månader också verkligen innehålla samma dagar; derföre måste de räknas efter en och samma styl (Calender), och *man har derföre öfverenskommit, att i Meteorologien antaga nya stylen*. Sålunda får man 12 medel-temperaturer för de skilda månaderna. Dessa förenar man åter vanligen tre om tre, och får sålunda medeltemperaturen för de 4 års-tiderna. Härvid räknas, Juni, Juli och Augusti till sommaren; September, October och November till hösten; December, Januari och Februari till vintern, samt slutligen Mars, April och Maj till våren.

Medeltalet af årstidernas medel-temperaturer gifver *årets medel-temperatur*. Erfarenheten har visat, att årets medel-temperatur på ett och samma ställe litet varierar för skilda år; derföre tager man medeltalet af flere års medel-temperaturer, då man slutligen erhåller *den gifna ortens medel-temperatur*.

Det är lätt att inse, att den af oss utvecklade metoden för bestämmandet af årets medel-temperatur icke kan gifva ett resultat, fullkomligt öfverensstämmande med det, som för samma ändamål erhålles genom de 365 dagliga medel-temperaturernas summering; härtill skulle erfordras, att antalet af dagar i hvarje månad skulle vara lika, hvilket aldrig är fallet. Men den genom de månadliga medel-temperaturerna bestämda medel-temperatures afvikelse från den sanna medel-temperaturen är så obetydlig, att man i meteorologien nästan uteslutande begagnar årliga medel-temperaturer, härledda från de månadliga medeltalen.

För större öfverskådlichkeit vid öfversigten af de dagliga temperaturernas förändringar under året begagnar man en grafisk method, fullkomligt lik den, genom hvilken vi uttryckte temperatures dagliga förändring; men här indelar man absciss-axeln ej i 24 delar, utan endast i 12, motsvarande de 12 månaderna; ordinaterna uttrycka då de månadliga medel-temperaturerna. Den efter ögonmått mellan ändpunkterna på alla dessa ordinatorer uppdragna kroklinien föreställer gången af medel-temperaturernas årliga förändring. Sålunda finner man, att den högsta temperaturen vid våra latituder inträffar omkring den 26 Juli nya stylen (d. ä. den 14 gaml. st.), den lägsta åter omkring den 14 Januari (d. ä. den 2 gl. st.). Årets medel-temperatur observeras tvenne gånger, nämligen: omkring den 24 (12) April och omkring den 21 (9) October.

Den theoretiska förklaringen öfver detta fenomen liknar fullkomligt den, hvilken vi antogo för temperatures dagliga förändring. Då om våren solhöjden vid middagen blir allt

större och större, och i samma mån dagens längd tilltager, tillväxer äfven dagligen den dagliga värme-inkomsten; likväl börjar i följd af medeltemperaturens stigande värme-utgiften genom utstrålningen att tilltaga, ehuru mindre hastigt än inkomsten. Följden deraf blir naturligtvis ett gradvis stigande af temperaturen. Då värme-inkomsten uppnår sitt maximum under längsta dagen af året (9 (21) Juni) och börjar sänka sig, så förblifver den likväl ännu betydligt större än den dagliga utgiften, och derföre åtgår en viss tid, innan värme-utgiften genom utstrålningen blir lika med den förminskande inkomsten; ända till denna tid kommer temperaturen allt ännu att stiga. Slutligen inträffar högsta temperaturen på den dag, då utgiften och inkomsten blifva hvarandra lika, emedan följande dagen utgiften redan blir större än inkomsten, och temperaturen således börjar sänka sig. Denna temperaturens förminskning kommer att fortfara allt längre framåt ända till den dag, då solen ånyo börjar höja sig (9 (21) December); men äfven då förblifver för någon tid värme-utgiften allt ännu större, än den i början endast långsamt växande inkomsten; slutligen inträder det moment, då utgiften håller jemvigt med inkomsten, och detta sker dagen för den lägsta dagliga temperaturen, emedan härefter inkomsten ånyo begynner att stiga i jemförelse med utgiften. Här af är tydligt, hvarföre den *varmaste dag* inträffar 35 dagar sednare än den *längsta*, och hvarföre *största kolden* observeras 24 dagar efter den *kortaste* dagen.

2. Temperaturen vid olika höjder öfver hafs-ytan.

§. 82. Genom det man på en och samma tid bestämt temperaturen på tvenne nästan verticalt öfver hvarandra lig-
 gande ställen, i det man t. ex. uppstigit på ett berg el-
 ler i en aërostat, har man funnit, att temperaturen upp-
 till alltid är mindre än nertill; men vid bestämmandet af
 lagen för temperaturens aftagande i mån af höjdens tillta-
 gande.

Tempera-
 turens
 förminsk-
 ning i
 mån af
 höjdens
 tilltagan-
 de.

gande har man funnit, att denna lag förändras i mån af temperaturens omvexling under dygnet och året; på höjder aftager temperaturen hastigare än vanligt om sommaren och omkring middagen, d. ä. vid tiden för den högsta temperatur i djupet, mindre hastigt om vintern och om natten, då temperaturen i djupet är som lägst. Häraf följer, att temperaturens omvexling är uppe mindre än nere i förhållande till den dagliga och årliga perioden; och observationerna hafva verkligen visat, att så väl *de dagliga, som de årliga temperatur-förändringarnas amplituder* äro desto mindre, ju högre observations-orten ligger. Derföre är det ganska troligt, att vid en viss höjd dessa amplituder bli oändligt små, d. ä. att temperaturen här förblifver constant under hela årets förlopp, endast att denna höjd ligger högre än den gräns, till hvilken människan hittills kunnat uppstiga.

I det man bestämt temperaturen på olika höjder öfver hafs-ytan, har man funnit, att temperaturen vid höjder, tillgängliga för observation, är proportionel mot höjdens tilltagande, och att i medeltal 1° R. motsvarar en tillväxt i höjd af 725 ryska fot.

För att theoretiskt förklara temperaturens förminskning i de högre atmosfer-lagren, bör man taga i betraktande alla de omständigheter, som kunna hafva inflytande på temperaturen vid olika höjder. Luftoceanen är innesluten mellan tvenne concentriska lager, af hvilka den nedre sammanfaller med jordens yta, den öfre åter utgör gränsen mot den toma verldsrymden; den sednares temperatur är, som vi redan sett, ganska låg; jordytans temperatur åter beror af solstrålarnes inverkan, hvilkas uppvärmnings-kraft är desto större, ju mindre genomträngligt för värme det medium är, på hvilket de falla. Atmosferens öfre lager äro, i följd af deras ringa täthet, nästan fullkomligt genomträngliga för värme; de lägre åter äro genom sin större täthet, och emedan de innehålla dunstblåsor, i mindre grad genomträngliga; derföre uppvärmas endast de lägre atmosfer-lagren omedelbarligen

genom solstrålarne, men mest uppvärmes jordens för värme ogenomträngliga yta, och genom beröring med henne äfven atmosfärens lägsta lager. Derföre måste vi betrakta atmosfärens uppvärmning såsom en gasartad massas, hvilken begränsas upptill af en kall rymd och uppvärmes förnämligast i de nedre delarne. Vid första påseendet skulle man kunna tro, att under sådana omständigheter luften efter någon tid måste vid alla höjder antaga samma temperatur, likasom vatten, uppvärmdt genom anbringande af värme under kokkärllets botten, innan kort genom hela sin massa erhåller en temperatur af 80° R; men emellan dessa begge fenomen är den vigtiga skilnad, att i sednare fallet uppvärmes en droppvis flytande massa, i atmosfären åter en gasformig kropp. Af theorien om värmets känna vi, att gasernas värmecapacitet är desto större, ju mindre deras täthet är, och att af denna orsak gasernas temperatur förminskas vid deras utvidgning, samt förökas vid deras förtätning. Om atmosfärens nedre genom beröring med jordytan uppvärmda delar börja höja sig, så utvidgas de straxt i följd af de högre lagrens mindre tryck, och i följd deraf afkylas de, under det de kallare högre partiklarne, i det de sänka sig ner, förtätas och derigenom uppvärmas; således måste de öfre atmosfäriska lagren, oaktadt den *uppåtstigande strömmen* af den varma luften, hvars existens verkligen bevisas äfven genom andra företeelser, bibehålla en lägre temperatur än de till jorden närmaste lagren. Genom den uppstigande strömmens afkylning upphäfves äfven orsaken till dess rörelse; derföre kunna de upp- och ned-stigande strömmarne i vår atmosfär endast sträcka sig till en viss höjd, och utöfver denna höjd förändras icke mer atmosfärens temperatur, hvarken under dygnets eller årets förlopp, såsom vi redan sagt.

§ 83. Emedan växt-lifvet förnämligast beror af temperaturen, så måste temperaturens minskning med 1° vid 725 fots tillväxt i höjd hafva ett stort inflytande på den flora, som träffas på höga berg, hvilket äfven verkligen

Bergsflora.

blifvit observeradt. Vid uppstigandet på något högt berg mellan tropikerna observera vi i växt-riket aldeles dylika förändringar, som vi möta, då vi framskrida vid hafvets niveau från æqvatorn åt polerna, blott med den skilnaden, att vi på berget på icke mer än en dag genomvandra alla klimater från det tropiska till det polariska. Sådana förändringar i vegetationen har *Humboldt* observerat vid uppstigandet på det jättelika nästan under æqvatorn liggande berget Chimborazo; bergets bas är betäckt med höga tropiska växter, bland hvilka de märkvärdigaste äro: *palmer*, *pisanger*, *högstammiga ormbunkar*, och åtskilliga slags *lianer*; på betydlig höjd mötte han Södra Europas trädslag, såsom *citron-* och *lager-träd*; ännu högre våra *björkar* och *tallar*; derefter *buskar*, hvilka tillhöra de högsta breddgraderna, och slutligen endast *mossor* af samma slag, som de, hvilka betäcka våra nordiska tundror. Dylika företeelser erbjuda Europas höga berg, t. ex. *Alperna* och *Kaukasus*, blott med den skilnaden, att de nedersta växterna icke äro tropiska, utan sådana, som tillhöra dessa breddgrader, och hvilka på Chimborazo förekomma först vid 9000 fots höjd. I den Alpiska floran åtskiljer man efter olika höjder olika *regioner af bergsfloran*; på norra sidan sträcker sig *skogs-regionen* ända till 5500', sedan följer *busk-regionen* till 7000', slutligen efter dem till 8200' *gräs-regionen*, som bildar norra gränsen för hela den organiska verlden. På Kaukasiska bergstopparne äro företeelserna desamma, med små förändringar, hvilka uppkomma derigenom, att floran icke är densamma på alla orter.

Snö-linien.

§ 84. Vid tillräcklig höjd af berget bortom gräs-moss- och laf-regionen följer öfverallt den *eviga snö-regionen*; evig derföre, att bergets yta här aldrig befrias från sitt snötäcke. Den nedre gränsen för den eviga snöu kallas vanligen *snö-linie*, och dess höjd öfver hafs-ytan på olika orter har varit föremål för alla resandes forskningar. Till nogare betecknande af *snö-liniens höjd* på de ställen, der den förän-

dras efter olika årstider, har man antagit dess största höjd, d. ä. den, som den innehar om hösten, förän ny snö faller, följakteligen efter snöns smältning genom sommar-värmen. Enligt teorien måste snö-linien eller gränsen för den eviga snön naturligtvis ligga der, hvarest mängden af den under året fallna snön är lika med mängden af den uppsmälta; vid förökning af den förra skulle snö-linien sänka sig, vid förökning af den sednare åter skulle den höja sig. Här af följer, att dess höjd är en följd af jemvigten mellan inkomsten (den nerfallna snön) och utgiften (den smälta). Till och med på en och samma sida af en bergskam blir snö-linien icke fullkomligt constant, i följd af utgiftens eller inkomstens tillväxt under särskilda år; men dessa förändringar ligga, inom så trånga gränser, att man kan åsidosätta dem. På olika sidor af ett och samma berg kunna omständigheterna vara ganska olika, och ännu mera på skilda berg, om de till och med ligga under samma paralel-cirkel. På bergets södra sida blir smältningen i alla fall starkare, än på den norra, och i sjelfva verket stiger snö-linien till större delen på södra sidan högre, än på den norra; men det kan äfven inträffa, att qvantiteten af den nerfallna snön är på södra slutningen större än qvantiteten på den norra, och då kunna begge dessa omständigheter ömsesidigt motväga hvarandra. Likaså viktiga äro i detta hänseende mer eller mindre branta slutningar hos berget; ju brantare de äro, desto lättare bortföres den nerfallna snön af vindarne, och desto högre ligger snö-linien. Slutligen, om på bergets ena sida finnes en hög-slätt, så blir den genom solstrålarne uppvärmda jordytan liksom närmad till bergstoppen och därför är här temperaturen högre än den, som observeras på den mot hafsytan nästan lodrätt stupande slutningen; därför måste snö-linien i första fallet ligga högre än i det andra.

Följande tal visa snö-liniens höjd i Pariser-fot, sådan den genom observationerna blifvit funnen:

	Ortens nordliga bredd.	Snö-li- niens höjd.
I Peruanska Cordillererna,	0°	14800'
„ Mexikanska „	19°	13900'
På Norra sluttningen af Himalaya-bergen. .	31°	15600'
„ Södra d:o d:o	30°	12000'
„ Ararat	39°	13300'
I Pyreneerna	43°	8400'
På Kaukasus	43°	10300'
I Alperna	45°	8300'
„ Norrska bergen	60°	5100'
„ D:o d:o	70°	3330'
„ D:o d:o	71°	2200'

De oregelbundenheter, som i denna tabell röja sig, kan man lätt af det förutsagda förklara. Mera anmärkningsvärd är skilnaden mellan snö-liniens höjd på norra och södra sidan af Himalaya-bergen; på den förra ligger snö-linien 3600' högre, än på södra sidan. Här förena sig tvenne af de ofvan antydda orsakerna, hvilka höja snö-linien på bergskedjans norra sida: för det första hopa under året Indiska Oceanens sydliga fuktiga vindar mera snö på den södra sluttningen, och för det andra stöter från norra sidan till bergsryggen höglandet Tibet; deremot sänka sig på södra sidan bergen oafbrutet mot Ganges lågslätter. I vår tabell förtjenar äfven anmärkas den stora höjden hos snö-linien i Kaukasiska bergen i jemförelse med Pyreneerna, som ligga nästan vid samma bredd; orsaken härtill bör sökas i Kaukasiska bergens brantare sluttningar och kanske i den mindre mängden af den nerfallande snön.

Om vi icke taga dessa oregelbundenheter i beräkning, se vi af vår tabell, att ju mera vi närma oss till polar-trakterna, desto mer sänker sig snö-linien; derföre kunna vi föreställa oss en bugtig yta, som öfverallt omger jorden på ett afstånd lika med snö-liniens höjd; på de ställen, der

bergen höja sig öfver detta imaginära omhölje, betäckas de af evig snö, då deremot, der de icke uppnå detsamma, icke heller någon evig snö påträffas. På något ställe måste detta omhölje genomskära jordytan; de orter, hvilka nära till polerna ligga utom gränsen för denna genomskärning, blifva aldrig befriade från snö, till och med vid hafsytan; på norra halfklotet har man ännu icke funnit en sådan ort, och till och med på *Nova Semlia* betäckas ännu de lägsta ställena, åtminstone på några dagar, med växter; på södra halfklotet är den ny-upptäckta sjette continenten verkligen alltid betäckt med is och snö, emedan Kapten *Ross*, seglande längs kusterna af denna continent på en sträcka af 450 mil, fann den omgifven med en is-mur och betäckt med snö, så att han icke kunnat fullt öfvertyga sig derom, att detta verkligen var en continent, och icke en ismassa, om icke de af honom på afstånd observerade verksamma vulcanerne *Erebus* och *Terror* hade aflägsnat allt tvifvel.

§ 85. Deraf, att gränsen för den eviga snön måste Gletscher. befinna sig vid den höjd, der qvantiteten af den under året smälta snön är lika med qvantiteten af den nerfallna, följder, att den eviga snön kan i trånga dalar och klyftor sänka sig lägre, än den allmänna snö-linien; här hopas nemligen snömassan genom vindarne till en så ofantlig mängd, att solen till och med nerom snö-linien icke förmår smälta denna massa. Denna snö måste småningom vid stark smältning på ytan, genom vattnets sipprande genom dess nedre lager och af dess tillfrysning på nytt under nätterna eller under vintern, förvandlas till ren is. På bergen möta vi ock verkligen betydliga is- och snö-massor, hvilka sänka sig i de djupa dalarne betydligt under snö-linien i gestalt af smala mellan skogarna och de grönskande fälten inskjutande strimor; de äro bekanta under namn af *isfält* eller *gletscher*. Den nedre kanten af en sådan gletscher utgöres af ren, genomskinlig, blåaktig is, under hvilken floder upprinna, hvilka uppkommit genom dess smältning; högre upp blir isen

mindre genomskinlig, och småningom öfvergår den till en grofkornig massa; ännu högre blir denna massa finkornig, och i detta tillstånd kallas den *Firn*; ännu högre öfvergår *Firn* slutligen till verklig snö. Snöns förvandling till *Firn* och vidare till is förklaras ganska enkelt genom ytans skiftevisa smältning och tillfrysande; och verkligen kunna vi observera dylika förändringar af snö-ytans gestalt hvarje vår på våra fält vid början af snösmältningen.

En af de märkvärdigaste hos gletschern observerade företeelser är deras oafbrutna rörelse neråt; den har blifvit på det noggrannaste undersökt i Alperna, hvarvid det visat sig, att denna rörelse observeras på alla punkter af gletscherytan, men icke i lika grad; i midten är den starkast, och på sidorna samt i nedre delarna långsammast; så t. e. har man om sommaren år 1844 (från Mars till September) i gletschern *Montanvert* funnit, att rörelsen hos ismassan var i midten lika med 32 tum i dygnet, vid nedre kanten endast 9"; om vintern var denna rörelse i midten = 17", och vid kanten = 4"; om dagen försiggick rörelsen litet hastigare än om natten. Af dessa data följer, att årliga rörelsen hos den öfre gletschern utgör 796 Ryska fot (mer än $\frac{1}{2}$ verst), och hos den nedre 266 fot. Dylika resultater har man erhållit äfven vid andra gletscher; t. ex. på gletschern vid *Rhone*-flodens källor var årliga rörelsen i öfre delen funnen = 775, och i den nedre = 202 fot; på gletschern *Bossons* är öfre rörelsen = 600 fot, den nedre åter = 447 fot o. s. v. Dessa observationer bevisa, att snömassan, som utgör gletschern, icke kan betraktas som ett småningom neråthalkande helt, utan denna rörelse liknar rörelsen hos en halflytande massa, som af egen tyngd rör sig längs ett lutande plan; rörligheten hos denna massas skilda partiklar förökes genom vattnet, som uppifrån rinner mellan iskrystallerna. Andra förmoda, att förnämsta inverkan på gletscherns rörelse åstadkommes genom det nattliga tillfrysandet af vattnet, som genomsipprar snöns öfversta lager, hvarvid det,

såsom bekant är, starkt utvidgar sig; men denna orsak kan icke vara den förnämsta i detta fenomen, emedan rörelsen då vore större om natten, hvilket fullkomligt strider emot observationerna.

I följd af denna gletscherns rörelse flytta sig alla på henne liggande kroppar småningom mot isfältets nedra kant, och, emedan kropparna vid denna rörelse framskrida $\frac{1}{2}$ verst om året, så sker deras nerflyttning ganska hastigt. Sålunda röra sig stora och små stenar, hvilka från de dalen begränsande klipporna nerfalla på gletscherns yta, närmare mot isfältets nedra kant, hvarest genom deras hopande bilda sig så kallade *Moräner* eller vallar, som ofta höja sig till en betydlig höjd, och hvilka utgöra gletscherns gräns. Äfven på gletscherns sidor finnas rader af dylika stenar, hvilka bilda *Sido-moräner*; slutligen sammanstöta vid tvenne gletschers förening äfven sidomoränerna och bilda en gemensam morän, som fortlöper vidare längs sjelfva midten af gletschern, och derföre kallas *midtel-morän*.

Gletscherns rörelse är orsaken till de så kallade *polerade ytor*, hvilka observeras på de ställen, hvilka fordom varit betäckta med gletscher. Här se klipporna ut liksom de vore polerade, och på många ställen äro de i gletscherns rörelseriktning inskurna med *fårar*. Denna polering kan förklaras derigenom, att tunga ismassor hafva vid sin rörelse under många år förmedelst de stenstycken och den grofva sand, som befunno sig mellan dem och bergets yta, polerat ytan af de klippor, hvilka dessa massor berörde, hvarvid de hårdare bitarne hafva inskurit sig djupare i klippan och bildat de ofvan omnämnda fårorna.

Moräner och polerade ytor hafva blifvit observerade på sådana ställen i Alperna, der gletscher för det närvarande icke mera finnas, hvaraf man slutat till deras stora utsträckning i fordna tider. *Agassiz* har i sina slutsatser gått ännu längre; han antager, att gletscher hafva funnits på alla de

ställena, der vi ännu bemärka moräner, polerade ytor eller inskurna fåror. Alla tre företeelserna påträffas äfven i Finland, der fåror löpa i riktning från Skandinaviska bergen; enligt Agassiz's åsigt bevisar detta, att gletscher fordom existerat äfven här, och att en tid funnits, då större delen af jorden varit betäckt med is; denna tid kallar han *is-perioden*. Men detta är redan, att öfvermåttan långt utsträcka sina slutsatser, ty om ock gletscher-fenomenet bevisar, att isen är i stånd att slipa klippor och i dem inskära fåror, så följer ännu icke deraf, att isen allena kan frambringa en sådan verkan, och den slutsatsen, att öfverallt, hvarest polerade ytor finnas, funnits gletscher, är icke logisk. I sjelfva verket kunna äfven andra tunga massor frambringa en dylik slipning, t. ex. grus och sand, bortförda genom en strid vatten-ström; och emedan vi icke hafva några andra bevis för forntida tillvaron af en så kallad isperiod, utan allt deremot antyder på en forntida progressiv afkylning af jordytan, så instämmer icke större delen af de lärda i Agassiz's åsigt, och hypotesen om isperioden har gifvit anledning till många heta tvister.

Gletschererna erbjuda äfven andra företeelser, hvilka vid första påseende tyckas ganska besynnerliga, men hvilka förklaras, så snart man inträngt i deras egenhet. Om på gletschernas is-yta ligger ett mörkt sandkorn eller en stor mörk sten, så uppvärmas de mera af solen än den genomskinliga isen; genom den dem meddelade värmen kommer isen att hastigare smälta omkring dem, och småningom bildar sig i is-ytan en ingröpning, hvori stenen ligger. Om deremot på gletscher-ytan ligger en stor af solstrålarne icke genomvärd sten, så bevarar dess skugga den under stenen liggande isen från smältning, följakteligen måste isen på ett längre afstånd från stenen smälta hastigare, och derföre höjer sig slutligen stenen liksom på ett is-stöd; denna företeelse är bekant under namn af *gletscherbord*. Vid ett uppmärksammare aktgifvande på snö- eller is-smältningen under den

inträdande våren kan man äfven hos oss se alla dessa företeelser, endast i mindre scala.

3. *Temperaturen vid olika djup inuti jorden.*

§ 86. I de föregående §§ hafva vi sett, huru temperaturen förändras i mån af höjden öfver jordytan; låtom oss nu vända oss till betraktelsen af temperaturen vid olika djup i jordskorpan inre. Till temperaturens bestämmande vid obetydliga djup begagnas långa thermometrar och vanligen (för att vätske-pelaren ej må blifva alltför stor) af sprit, hvilkas kulor nergrävas på det djup i jorden, der man vill bestämma temperaturen; på sådant sätt har man erhållit resultat till 25 fots djup. I Edinburg äro på olika djup 4 sådana thermometrar nergrädda och alla observeras beständigt; dylika observationer hafva blifvit gjorda äfven på andra ställen. De förnämsta sålunda erhållna resultat äro följande. På 4' djup har man funnit, att temperaturen under dygnet alls icke förändras, d. ä. att dygnets amplituder äro = 0, men på olika dagar äro förändringarne ganska märkbara. Om man tager skilnaden mellan den högsta och lägsta temperaturen under året, eller den årliga amplituden på åtskilliga djup, så finner man, att den är desto mindre, ju större djupet var, der observationerna blefvo gjorda. Följande tabell öfver de vid Edinburgs observatorium verkställda observationer visar detta tydligt. Den största årliga amplituden visade sig vara:

På ytan	= 10°,4.
På 3 fots djup	= 7,2.
„ 6 „ „	= 4,8.
„ 12 „ „	= 2,2.
„ 24 „ „	= 0,6.

Fig. 24 framställer grafiskt dessa amplituder för de årliga temperaturerna på olika djup. AB är en vertical-linie, hvars ända A ligger på ytan; på denna linie äro djupen

Temperatursvariationsamplituder inuti jorden.

uppdragna uppifrån neråt; perpendiklarne CD, EF o. s. v. mot AB äro de längder, som motsvara de funna amplituderna; linien AB delar dem midt i tu. Om man förenar ändarna af dessa horizontela ordinator genom kroklinierna CM och DN, så uttrycker deras krökning lagen för amplitudernas minskning i mån af djupets tilltagande. Det är tydligt, att begge kroklinierna under deras fortsättning någorstädes sammanfalla, t. ex. i B; då försvinna amplituderna här fullkomligt, d. ä. i denna punkt blir temperaturen under hela året constant. Emedan på hvarje punkt af jordytan finnes ett djup, vid hvilket amplituderna för temperaturernas årliga omvexlingar försvinna, så måste den yta, som förenar alla dessa punkter, åtskilja den del af jordskorpan, på hvilken solens inflytande ännu är märkbar, från den, på hvilken den alls icke inverkar, och hvarest temperaturen icke omvexlar; denna yta kallar man *lagret för jordens constanta temperatur*.

Af temperaturens obetydliga oscillationer på större djup förklaras, hvarföre våra källrar om vintern äro varmare än luften och om sommaren kallare. I Petersburg är medeltemperaturen $+ 3^{\circ}$ R; om sommaren är temperaturen på ytan 20° R. högre, om vintern åter 20° R. lägre än denna temperatur, så att temperaturernas variations-amplitud $= 40^{\circ}$ R.; vid större djup förminskas denna amplitud; nedstiga vi till ett djup, der oscillationerna äro mindre än 6° , så blir redan här temperaturen aldrig lägre än 0° , d. ä. vattenpartiklarna tillfrysa aldrig vid sådant djup inuti jorden; hos oss inträffar detta redan på 1 famns djup, derföre kan icke vattnet i en under en famns djup liggande källare tillfrysa under den starkaste köld.

Söke vi förklaring öfver denna förminskning i temperaturens årliga variationsamplitud i mån af tilltagande djup, så framställer den sig sjelf i den dåliga värme ledningsförmågan hos de lager, hvilka utgöra jordens yta.

Låtom oss börja med förklaringen af de förändringar i den inre jordtemperaturen, hvilka äga rum under perioden

af ett dygn och hvilka, som ofvan sades, äro märkbara icke längre än till 4 fots djup. Föreställom oss den öfre skorpan af jorden delad uppifrån neråt i omätligt tunna lager, af hvilka det sista befinner sig vid 4 fots djup. Då luftens temperatur vid solens uppgång begynner stiga, så meddelar sig straxt detta stigande åt jordens öfversta lager, och, under det dess temperatur börjar höja sig, intränger värmeförmedlingen i det inre, men i följd af lagrens dåliga värmeledningsförmåga försiggår detta ganska långsamt, så att, då ytan omkring kl. 2 uppnår sin högsta temperatur, så kanske begynner först temperaturen vid en fots djup att stiga. Om derefter temperaturen på ytan börjar sänka sig, så skola lagren mellan ytan och en fots djup fortfares att meddela sin högre temperatur längre ner, men på samma gång begynner meddelningen af deras värme äfven åt de öfre redan afkylda lagren. Häraf ses, att lagret vid en fots djup erhåller blott en del af det genom det öfre lagret genomträngande värmeförmedlingen, samt desto mindre, ju lägre det ligger, tills slutligen värmeförmedlingen från ytan aldrig uppnår 4' djup, emedan det återvänder uppåt, redan förän det uppnår detta lager, och följaktligen förblifver lagrets temperatur constant.

På samma sätt meddelar sig temperaturens tilltagande vid den årliga perioden från de öfre lagren ganska långsamt till de lägre, och i följd deraf äro här omvexlingarne betydligt mindre märkbara; vid ett bestämdt djup försvinna de åter slutligen fullkomligt. Men, emedan här temperaturens meddelande försiggår på en tid, som är 365 ggr större än vid de dagliga förändringarna, så äro de djup, vid hvilka de årliga variations-ämplituderna försvinna, betydligt större. En ovillkorlig följd af denna förklaring blir den omständighet, att den högsta temperaturen i jordens inre måste inträda desto sednare, ju större djupet blir, på hvilket vi observera den. Detta bekräftas också verkligen fullkomligt af observationerna; i Edinburg har man funnit, att högsta temperaturen under året, som på ytan motsvarar den 26 Juli,

observeras den 7 Augusti nya stylen på 3' djup,

„ „ 28 Augusti „ „ 6' „

„ „ 8 October „ „ 12' „

„ „ 27 December „ „ 24' „

d. ä. fulla fem månader sednare, än på ytan. Det är tydligt, att tiden för högsta temperaturens sednare inträdande, liksom djupet af lagret för den constanta temperaturen, måste bero af värmeledningsförmågan hos de lager, som bilda jordskorpan yta; och i sjelfva verket tillhöra de ofvan anförda talen endast sandlagren; andra observationer i trappbergarterna hafva deremot visat den högsta temperaturen icke tidigare än den 6:te Januari följande år. Derföre blir äfven djupet af lagret för den constanta temperaturen olika allt efter beskaffenheten hos den del af jordytan, i hvilken forskningen företages; om existensen af ett sådant lager för en constant temperatur lemna våra observationer intet tvifvel. I Paris har man under förloppet af 75 år anställt observationer med en thermometer, stäld vid 84' djup under gatan i observatorii-källaren; under hela denna tid har thermometeren beständigt visat $11^{\circ},85$ samt till och med ingen gång sjunkit endast $0,1^{\circ}$. Genom jemförelse mellan särskilda observationer af samma slag har man slutligen kommit till det resultat, att man i medeltal kan antaga lagret för den constanta temperaturen vid 75' djup.

I det man undersökt jordens medeltemperatur i lager, utsatta för de årliga temperaturvexlingarna, har man funnit, att denna medeltemperatur närmar sig den, som observeras på jordens yta; för öfrigt sammanfaller den icke fullkomligt med luftens medeltemperatur på dessa ställen. I Skandinavien t. ex. har man funnit djupets medeltemperatur högre än luftens, hvilket man tillskrifver den omständighet, att om sommaren det varma regnvattnet tränger in i jorden, samt att vinterkölden afhållles genom det dåligt ledande snölagret. Derföre är här äfven källornas temperatur i medeltal högre än luftens.

§ 87. Emedan solvärmen icke mer utöfvar något in-
flytande under lagret för den constanta temperaturen, så
kan man antaga de underliggande lagrens temperatur för
jordklotets egen temperatur och derföre blir frågan, enligt
hvilken lag den förändras längre ner mot djupet, ganska in-
tressant. Man kan indela alla, för att upptäcka denna lag
tjenande observationer, i afseende å deras noggrannhet, i 3
slag. Till det första höra alla undersökningar gjorda med
termometrar upphängda i *grufvor*; det är lätt att inse,
att stor noggrannhet här icke kan förväntas, emedan luft-
strömmen, arbetarnes och de brinnande lampornas värme,
allt detta förenadt, gör observationernas resultater osäkra.
Det oaktadt visa alla observationer utan undantag, att jor-
dens egen temperatur, börjandes från lagret för den constanta
temperaturen, längre neråt djupet beständigt tilltager; likväl
uppstår en osäkerhet vid bestämmandet af lagen för tempe-
raturens tillväxt, emedan slut-resultaterna af observationerna
angifva ett djup af 18' ända till 450' för temperaturens till-
växt med 1° R, då likväl medeltalet af alla observationer
angifver 140'.

Mera noggranna resultater gifva *observationerna i de Artesiska brunnarne*. Emedan de borrar, är det oss be-
kant, ifrån hvilket djup vattnet uppstigit; å en annan sida
kan man äfven antaga, att hela den borrhade cylindriska
kanalen, då vattnet längre tid rinner ur brunnen, slutligen
antager det från brunnsens djup upprinnande vattnets tem-
peratur, så att dettas observerade temperatur äfven anger
temperaturen vid djupet af brunnen. I sjelfva verket öfver-
enstämma de resultater vida mer sinsemellan, hvilka er-
hållas af dylika observationer än de nyss omtalade, och för det
första hafva de visat, att vid djupets tillväxt i medeltal
med 123 fot temperaturen växer med 1°, samt för det an-
dra, att temperaturens tillväxt är proportionel mot dju-
pets tilltagande.

Men ännu bättre resultat gifva de *observationer*, som

blifvit anställda under *enkom* för detta ändamål uttänkta omständigheter. En ganska lång serie af sådana observationer har blifvit gjord i Genf, i en gammal öfvergifven kanal af en Artesiska brunn. Denna brunn, 680' djup, fyllde sig småningom med en halfflytande gyttje-massa af sådan tjocklek, att man icke kunde förvänta någon strömning i vertical rigtning. *Marcet* och *Delarive* nersänkte i denna halfflytande massa tunga jerncylindrar med thermometrografer af egen construction, och qvarlemnade dem vid olika djup, tills man med säkerhet kunde förmoda, att de antagit det lagers temperatur, hvari de befunno sig. Den observerade temperaturen tilltog verkligen regelbundet, i det den växte med 1° R. på 130'. Dylika öfverensstämmande resultat gifva äfven observationerna i grufvornas schachter, blott thermometrarne ställas i djupa enkom för detta ändamål uthuggna horisontela kanaler, hvarifrån de uttagas endast under observations-tiden; likväl förändras stundom betydligt lagen för temperaturens tilltagande på olika ställen, hvilket man efter all sannolikhet måste tillskrifva den olika graden af värmeledningsförmåga hos lagren, som utgöra jord-skorpan. Observationerna i grufvorna vid Newcastle gifva 133', i tvenne af schachterna i Ergzebirge i medeltal 150'. Ännu mera afvika från de föregående resultaten observationerna i Jakutsk, gjorda i en djup brunn, som i början gräfdes i ändamål att erhålla vatten. Uti en af de verticala väggarne i denna brunn har man på olika ställen anbragt horisontela kanaler af en famns längd, och i desse öppningar ställt thermometrar. Af de månadtliga observationerna med dessa thermometrar har man härledt följande resultat.

I Jakutsk är luftens medeltemperatur = $-8,2$, på 100 fots djup har man redan funnit lagret för den constanta temperaturen, som här visat sig = $-5,2$; derföre måste de vatten-partiklar, af hvilka jorden vid detta djup är genomträngd, alltid vara tillfrusna, och följakteligen ligga Jakutsk's omgifningar på en *evigt tillfrusen jord*. Om sommaren upp-

tinat jorden endast till ett visst djup, och då betäckes dess yta med växter.

Lägre ner än 100 fot förblifver temperaturen constant under hela årets förlopp, i det den med 1° tilltager vid hvarje 117 fots sänkning, hvilket resultat betydligt skiljer sig från de i andra länder erhållna resultaten. Orsaken härtill kan man endast tillskrifva den bättre ledningsförmågan hos de lägre jordlagren i Jakutsk. På grund af dessa resultat kan man antaga, att den tillfrusna jorden i Jakutsk måste sträcka sig till nära 700 fots djup.

Om man såsom resultat af alla hithörande forskningar antager, att temperaturen i medeltal tillväxer med 1° R. vid en fördjupning af 130', och anser, att denna lag äfven gäller för större djup, så måste man sluta, att temperaturen på 260000' djup eller omkring 75 verst redan måste vara 2000° R., d. ä. en sådan, vid hvilken redan alla fasta kroppar befinna sig i smält tillstånd. Emedan jordradien = 6000 verst, så utgör tjockleken af jordens fasta skorpa mindre än $\frac{1}{10}$ af radien, eller på en glob af 2 fots diameter blir det lager, som motsvarar jordens fasta skorpa, endast $1\frac{1}{2}$ linie i tjocklek. Denna slutsats, härledd af temperaturens förändring inuti jordskorpan, d. ä. slutsatsen, att största delen af jordens inre massa allt ännu befinner sig i glödande, smält tillstånd, öfverensstämmer också fullkomligt med resultaten i vår föregående afdelning, der den användes till förklaring af de vulcaniska verkningarne och bergsryggarnes bildning.

4. *Värmets fördelning på jordytan.*

§ 88. Vi hafva af det föregående sett, huru en gifven orts medeltemperatur bestämmes och huru den förändras, så väl vid olika höjder, som ock på olika djup; det återstår ännu att undersöka, huru medeltemperaturerna äro fördelade öfver jordytan. För det första är klart, att orternas

Isothermer.

höjd öfver hafsytan måste utöfva ett betydligt inflytande på medeltemperaturen, omedelbarligen härledd från observationerna. Men då vi veta, att ett tilltagande i höjd af 725 fot förminskar medeltemperaturen med 1° R., och att denna minskning fortgår i arithmetisk progression, kunna vi reducera hvarje observerad medeltemperatur (om blott ortens absoluta höjd är bekant) till den temperatur, som orten skulle hafva, ifall den låge vid sjelfva hafsytan, och genom dylika correctioner erhålla vi slutligen medeltemperaturernas fördelning på jordytan, så vidt de bero endast af ortens geographiska läge, samt alldeles oberoende af orografiska förhållanden.

Förutsättande, att alla correctioner för höjden äro öfver allt redan gjorda, vilje vi nu jemföra särskilta orters medeltemperaturer. För att lätta öfverblicken af denna fördelning skola vi efter Humboldts exempel begagna ett medel, äfven nyttigt vid många andra forskningar i Physiska Geografien, nämligen: vi vilja med linier förena alla orter på jordytan, hvilka hafva lika medeltemperatur; sålunda erhålla vi ett system af kroklinier, bekanta under namn af *isothermiska linier* (linier för lika medelvärme) och med gröna streck utmärkta på kartan V. Det förstås, att en dylik jemförelse är möjlig endast för sådana orter på jordytan, för hvilka ett tillräckligt antal observationer finnas, derföre hafva vi uppdragit dem endast för norra halfklotet. Vid constructionen af dylika kartor bestämmas först de punkter, hvilkas medeltemperatur verkligen är känd, och sedan dragas efter ögonmått linier på afstånd, proportionela mot temperatur-skilnaderna. Första blicken på dessa isothermer visar straxt den märkvärdiga fördelningen af medeltemperaturerna på jordytan; de bero aldeles ej af ortens geogr. bredd allena, såsom man kunde förmoda i grund deraf, att mot lika latituder svara i samma riktning fallande solstrålar, utan den geografiska längden har också här ett anmärkningsvärdt inflytande. Till följe deraf äro de iso-

thermiska linierna icke parallela med parallel-cirklarne; i norra halfklotet hafva de mot N. tvenne betydliga kröknin-
gar, och tvenne dylika mot S. Den första nordliga krök-
ningen befinner sig för alla dessa linier på kusten af vestra
Europa och i synnerhet i Norrige. den andra i Stilla
Oceanen; deremot finna vi de starkaste sydliga krökningarne
i det inre af Amerikas och Asiens continenter. Linien för
8° tyckes redan sönderfalla i tvenne skilda, icke med hvar-
andra förenade grenar. Dessa omgifva liksom tvenne medel-
punkter, af hvilka den ena ligger i N. Amerika och den
andra i Norr från Asiens norra kust; medeltemperaturen
hos dessa medelpunkter är den lägsta af alla medeltempe-
raturer på hela jordytan. Dessa punkter kallas *polerna för
den största köld*. De noggrannaste forskningar öfver detta
ämne visa, att en af dessa poler befinner sig i Amerika
i N. från Barrows-kanal, den andra deremot nära Cap Tai-
mura vid Asiens nordliga spets (omkring 80° latitud). Grun-
dande sig på lagen för temperatures förminskning, har man
beräknat medeltemperaturen för den Amerikanska polen =
— 15°,8 R., för den Asiatiska åter = — 13°,8 R. och me-
deltemperaturen för den geographiska polen = — 6°,5 R.
Orterna med *största medeltemperaturen* ligga icke under sjelf-
va æqvatorn, utan i dess närhet, men den är icke densam-
ma vid olika longituder; på de ställen, der æqvatorn går
öfver continenterna, är den högre, än der, hvarest den går
öfver hafvet. På hafvet är den högsta medeltemperatur =
22° R., i det inre af continenterna är den = 25° R., så att
medeltemperaturerna hos alla punkter på jordens yta äro
inneslutna mellan gränsorna — 16° och + 25° R. Om man
jemför temperaturerna för skilda dagar och timmar, så blir
skiluaden mellan dessa gränsor betydligt större. Enligt
Burghardts observation i Egypten var den största tem-
peratur i skuggan lika med 38° R., deremot var den
minsta af *Wrangel* i Nisshnej-Kolymisk observerade =
— 45° R. Häraf se vi, att menniskan kan utan skada för hel-

san uthärda temperaturer, hvilka skilja sig 83° R. från hvarandra.

Isotherer
och Iso-
chimener.

§ 89. Nu frågas, bibehålla de isothermiska linierna sin anmärkta gestalt och sina oregelbundna krökningar under alla års-tider eller icke. För att upplösa denna fråga, förfar man med sommar-och vinter-medeltemperaturerna på samma sätt, som med hela årets medeltemperatur. I det man förmedelst linier förenar orter af lika sommar-medeltemperaturer, erhåller man ett system af kroklinier, kallade *isotherer*; förenar man åter orter af lika vinter-medeltemperatur, erhåller man ett system af linier, som kallas *isochimener*. Enligt *Dowe's* exempel föredraga några, att i stället för sommar-medeltemperaturen (d. ä. medeltemperaturen i Juni, Juli och Augusti) begagna allenast den varmaste månadens medeltemperatur, d. ä. Juli månads, samt i stället för vinter-temperaturen den kallaste månadens, d. ä. *Januari* månads. Vi vilja hålla oss till den sednare methoden, emedan efter den olikheten emellan linierna för sommar-och vinter-temperaturerna ännu skarpare framträder; härvid bibehålla vi benämningarne *isotherer* för *Juli*- och *isochimener* för *Januari*-linierna. På kartan V äro 3 *Juli*-isotherer och 5 *Januari*-isochimener uppritade; *Juli*-linierna eller isothererna äro betecknade med *gul* färg, isochimenerna åter med *blå*. En blick på dessa linier visar straxt, att läget af de isotheriska linierna ännu ganska nära sammanfaller med rigtningen hos parallel-cirklarna, deremot afvika de isochimeniska linierna ganska betydligt från dem. Häraf måste vi sluta, att oregelbundenheterna hos de isothermiska linierna förnämligast bero af vinterns temperatur eller de kalla månadernas. Emedan sommartemperaturen är nästan densamma för alla punkter vid en och samma bredd, men vintertemperaturen är betydligt högre på Europas vestra kust, än i det inre af continenterna, så följer häraf tydligt, att skillnaden mellan *Juli*- och *Januari*-temperaturen eller *amplituden* för temperaturens årliga förändringar måste vara be-

tydligt mindre vid hafs-kusterna, än i continenternas inre. Detta bekräftas äfven omedelbarligen af observationerna, som man af följande tabell kan se.

Städer.	Nordlig latitud.	Ostlig longitud från Ferro.	Medeltemperaturer.			Am- pli- tud.	
			F. året.	F. Juli.	F. Jan.		
I Eng- land.	Falmouth . .	50 ⁰ 9'	12 ⁰ 34'	+8 ⁰ ,3	+11 ⁰ ,6	+ 5 ⁰ ,9	7 ⁰ ,7
	Edinburg. . .	55 58	14 29	+6 ⁰ ,7	+11 ⁰ ,9	+ 2 ⁰ ,4	9 ⁰ ,5
	London. . . .	51 50	17 55	+8 ⁰ ,5	+14 ⁰ ,2	+ 2 ⁰ ,2	12 ⁰ ,0
I Hol- land.	Amsterdam .	52 25	22 53	+7 ⁰ ,9	+14 ⁰ ,8	+ 0 ⁰ ,5	14 ⁰ ,3
	Brüffel. . . .	50 51	22 2	+8 ⁰ ,5	+14 ⁰ ,4	+ 1 ⁰ ,5	12 ⁰ ,9
I Frankr.	Paris	48 80	20 00	+8 ⁰ ,6	+15 ⁰ ,0	+ 1 ⁰ ,5	13 ⁰ ,5
	Berlin	52 30	51 4	+7 ⁰ ,2	+15 ⁰ ,0	— 1 ⁰ ,9	16 ⁰ ,9
I Tysk- land.	Dresden . . .	51 3	51 24	+7 ⁰ ,6	+15 ⁰ ,8	— 1 ⁰ ,2	17 ⁰ ,0
	Prag	50 5	54 26	+7 ⁰ ,4	+15 ⁰ ,8	— 2 ⁰ ,0	17 ⁰ ,8
	Wien	48 13	53 3	+8 ⁰ ,5	+17 ⁰ ,2	— 1 ⁰ ,2	18 ⁰ ,4
	Abo	60 27	59 57	+3 ⁰ ,7	+14 ⁰ ,2	— 5 ⁰ ,1	19 ⁰ ,3
	S:t Petersburg	59 57	47 58	+3 ⁰ ,0	+15 ⁰ ,5	— 6 ⁰ ,9*	20 ⁰ ,4
I Ryss- land.	Archangelsk .	64 32	58 14	+0 ⁰ ,7	+12 ⁰ ,8	—11 ⁰ ,3	24 ⁰ ,1
	Moscov . . .	55 45	55 14	+5 ⁰ ,6	+15 ⁰ ,5	— 8 ⁰ ,2	23 ⁰ ,5
	Kasan	55 48	66 48	+1 ⁰ ,5	+14 ⁰ ,6	—12 ⁰ ,7	27 ⁰ ,3
	Bogoslovsk. .	59 45	77 59	—0 ⁰ ,7	+15 ⁰ ,1	—15 ⁰ ,2*	28 ⁰ ,5
	Barnaul . . .	53 20	101 7	—0 ⁰ ,3	+15 ⁰ ,8	—16 ⁰ ,5	32 ⁰ ,3
	Tomsk , . . .	56 50	102 50	—0 ⁰ ,2	+14 ⁰ ,8	—15 ⁰ ,8	50 ⁰ ,6
	Irkutsk . . .	52 17	121 56	—0 ⁰ ,5	+15 ⁰ ,9	—16 ⁰ ,1	50 ⁰ ,0
	Nertschinsk .	51 18	157 16	—5 ⁰ ,2	+14 ⁰ ,4	—24 ⁰ ,7	59 ⁰ ,1
Jakutsk . . .	62 2	147 25	—8 ⁰ ,2	+16 ⁰ ,4	—34 ⁰ ,5	50 ⁰ ,9	

I England är största variations-amplituden lika med 12°,0, i Holland och Frankrike 14°,3, i Tyskland 18°,4; i Ryssland stiger den mer och mer, allt efter som vi inträda i Asiens continent, så att den i Barnaul redan är 32°,3 samt i Jakutsk till och med 50°,9. De stora årliga variations-amplituderna i temperaturen utgöra ett karakteristiskt kännetecken på det inre af continenterna, och derföre åtskiljer man i Meteorologien *continental-klimat från hafs-klimat*, hvilket sednare utmärker sig genom små årliga variations-amplituder i temperaturen.

*) De medeltemperaturer, hvilka äro betecknade med tecknet *, ange icke Januari, utan Februari månads medeltemperatur, såsom den lägsta i dessa trakter.

Orsaker-
na till
isochime-
nernas
kröknin-
gar.

§ 90. Det nära sammanfallandet af rigtningen hos de isotheriska linierna med rigtningen af parallel-cirklarna bevisar, att det genom isothermernas krökningar uttryckta oregelbundna läget af orter med samma medeltemperatur uppkommer genom isochimenernas starka krökningar; det återstår oss derföre, att förklara den anmärkningsvärda oregelbundenheten i gestalten hos dessa kroklinier, hvilken visar sig isynnerhet vid latituder öfver 50°. Vi hafva begagnat ordet *oregelbunden* derföre, att isothermernas rigtning så starkt afviker från parallel-cirklarnes; emedan nämligen under en och samma parallel-cirkel solstrålarnes uppvärmande verkan är densamma, så skulle det tyckas, att äfven temperaturen under en och samma parallel-cirkel öfverallt borde vara densamma, eller, att såväl de isotheriska, som de isochimeniska linierna borde sammanfalla med parallel-cirklarne, och följaktligen utgör vid första anblicken isochimenernas observerade starka afvikelse från denna rigtning en såkallad oregelbundenhet hos dem. Men vi finna förklaring öfver detta factum i den omständighet, att om vintern solstrålarnas inflytande på temperaturen, såväl i följd af deras stora lutning, som af solens obetydliga höjd öfver horizon-ten, i allmänhet är ganska obetydlig, hvilket bäst bevises derigenom, att om vintern skilnaden mellan dagens- och nattens-medeltemperatur af samma dygn blir nästan försvinnande liten; vi hafva sett, att den i S:t Petersburg i Januari icke är mera än 0,9 grader. Vid en sådan minskning af solstrålarnes inverkan är det klart, att alla andra orsaker, hvilka hafva inflytande på temperaturen, måste om vintern mera skarpt framträda. Den anmärkningsvärdaste bland dem är den fasta jordytans ojemförligt större afkylning, i jemförelse med oceanens, hvars orsak vi redan i § 37 betraktat, och der vi anmärkt, att hafsytan meddelar sin jemförelsevis högre temperatur åt den omedelbart deröfver liggande luften och dessutom åt luften vid de närliggande kusterna. Sannfärdigheten af denna anmärkning visar sig vid en blick på

kartan V, hvarest vi på många ställen (t. ex. på Norriska kusten) se, att de isochimeniska linierna fullkomligt följa kusternas contourer, så att de ställen, hvilka här ligga under en och samma meridian, i Januari äga en lägre temperatur vid de sydliga breddgraderna, än i de mera nordliga. I allmänhet är det tydligt, att den omedelbara följden af en mera medelmåttig vinter-köld i kustländerna, i jämförelse med de i det inre af continenterna liggande länderna, måste såväl i gamla som nya världen uttrycka sig genom större krökningar af isochimenerna mot Söder i det inre af continenterna, hvilket äfven vår karta utvisar.

Men utom dessa orsaker till vinter-temperaturernas mildhet i det Vestra Europa, finnas ännu tvenne andra, hvilka här verka i samma syftning, nämligen, för *det första*, de i hela Europa öfvervägande S. V.-vindarna, och, för *det andra*, tillförseln af varmt vatten genom Golfströmmen, hvars ena gren, såsom vi redan i § 43 sett, uppnår Englands och Norriges vestra kuster.

Ett genom Oceanens närhet mera tempererad klimat är sålunda den andra fördelen Europa har af sin continents månglemmade gestalt, hvarom vi i § 4 redan talat.

B. Om Vindarna.

§ 91. *Vind* kallas en luftmassa, som befinner sig i rörelse; derföre åtskilja vi vid vindens betraktande dess *riktning* och *hastighet*. För att erfara vindens riktning, begagnas ett ganska enkelt instrument, känt under namn af *vindflöjel*. Det består af en vertical rectangel ABC (fig. 25), med ena sidan fästad vid cylindriska axeln AD, hvilken med sin spetsiga nedra ända D stöder sig på ett koniskt stål-stöd; vid E åter går den genom en ring, som inuti har tre små hjul för att minska frictionen vid dess omvridning. Slutligen finnes vid Q en motvigt af bly, för att hålla flöjeln ABC i jemvigt; vid en sådan construction ligger flöjeln med

Vindens
riktning
och
hastighet.

ganska obetydlig tryckning mot ena sidan af ringen E, så att den minsta vindkraft, som verkar på ytan ABC, är tillräcklig att vända instrumentet. Ett sådant instrument fästas på ett högt fri-stående ställe, hvarest vindens riktning icke förändras af byggnadernas väggar. För att beteckna vindens riktning, begagnar man vanligen 16 så kallade *väderstreck*, hvilkas tecken visas i fig. 26. De fyra hufvudriktningarna äro: Nord (N), Syd (S), Ost (O), och Vest (V); benämningen på de öfriga riktningarna äro bildade af dessa hufvudriktningar, som af figuren synes t. ex. S. S. O. eller Syd-Syd-Ost, är den riktning, som befinner sig $22\frac{1}{2}^\circ$ från S. åt Ö. o. s. v. Några observatorer inskränka sig till blott 8 väderstreck, hvilka ligga 45° från hvarandra. Vindens riktning betecknas med det väderstreck, hvarifrån den blåser, t. ex. ostlig vind går från O. till V., syd-ostlig blåser från S. O. till N. V. o. s. v.

Mätandet af vindens hastighet är betydligt svårare; instrumenter, construerade för detta ändamål och kallade *Anemometrar*, hafva först i nyare tider börjat gifva tillfredställande resultat, så att större delen af de lagar, hvilka hittills i Meteorologien angående vindarne blifvit uppdagade, angår endast deras riktning.

För att hafva något begrepp om vindarnes hastighet, blir det tillräckligt att här omnämna följande data, erhållna genom försök med Anemometrar:

	i secunden.			
1. Svag vind rör sig med en hastighet af	6	till	7	fot.
2. Medelmåttig vind	”	”	15	” 22 ”
3. Stark vind	”	”	44	” 51 ”
4. Storm	”	”	73	” 88 ”

I Meteorologiska journaler betecknas vindarna ofta med talen 1, 2, 3, 4; deras betydelse svarar approximativt mot uppgifterna i denna tabell.

§ 92. Vindarne indelas i så kallade *regelbundna*, hvilka bibehålla sin riktning antingen beständigt, eller åtmin-

Passad-
vindar,
moussons

stone under förloppet af kända perioder, och i *oregelbundna*, och Strandsvindar. hvilka skenbarligen utan alla regler förändra sin riktning. Till de regelbundna vindarne räknas: *Passad-vindar*, *Moussons* och *Strandsvindar*.

Passad-vindarne bibehålla sin riktning under hela året; de påträffas i de tropiska länderna, på Atlantiska och Stilla Oceanerna (se kartan I). På Atlantiska hafvet, mellan 29° och 8° nordlig bredd, blåser beständigt en Nord-Ostlig passad, samt mellan 3° nordlig och 28° sydlig bredd en dylik beständig Syd-Ostlig. Sträckan, som mellan 8° och 3° nordlig bredd skiljer den Nord-Ostliga passaden från den sydostliga, utmärker sig genom fullkomlig stiltje, endast tidtals afbruten genom starka vindstötar eller *squaller* (engl. ord), och derföre kallas denna sträcka *calmernas region*. Fullkomligt samma fenomen observeras äfven i Stilla Oceanen, blott med den skilnad, att den Nordostliga passaden börjas vid 25° och slutas vid 2° nordlig bredd, samt att den Sydostliga passaden sträcker sig från 21° till 2° sydlig bredd, så att *calmernas region* här ligger under sjelfva ækvatorn mellan 2° nordlig och 2° sydlig bredd. De passad-gränsor, som ligga närmast ækvatorn, kallas de *inre* och de längre bort liggande de *yttregränsorna*.

Läget af *calmernas region* och derjemte hela passad-fenomenet förändras under loppet af året, i det det härvid följer solens rörelse i förhållande till ækvatorn, så att vid solens största nordliga declination (d. ä. under vår sommar) *calmernas region* har sitt nordligaste, samt vid solens största sydliga declination (d. ä. under vår vinter) sitt sydligaste läge. På kartan I finnes nertill en grafisk framställning af denna rörelses gränsor, hvaraf synes, att denna flyttning är så obetydlig, att *calmernas inre sydliga gräns* under sommaren allt ännu ligger sydligare, än dess norra gräns under vintern. Tillika med *calmernas region* förflyttas äfven de *yttre passad-gränsorna* åt samma led; om sommaren börjar N. O. passaden vid de mera nordliga, om vintern

åter vid de mera sydliga breddgraderna, så att t. ex. Canariska öarna om sommaren ligga i N. O. passaden, om vintern åter äro här vindarne icke beständiga. De ofvan visade och på kartan betecknade passad-gränssorna uttrycka deras medelläge.

Moussons kallas de regelbundna vindar, hvilka blåsa i norra delen af Indiska Oceanen, på kusterna af begge Ost-Indiska halföarna, och hvilka derigenom skilja sig från passad-vindarna, att deras riktning förändras till rakt motsatt tvenne gånger om året; från October till Mars herskar här den nordostliga, från April till September den sydvestliga Moussonen, (se kartan I). Då den nordostliga Moussonen öfvergår i den motsatta, vänder den sig öfver O. och S, och den syd-vestliga åter vänder sig öfver V. och N, d. ä. öfvergången från den ena Moussonen till den motsatta fullbordas således i riktningen af *timvisarens rörelse*, eller i riktning af *solens skenbara rörelse* på himlahalvvet.

De såkallade *Strandvindarne* öfvergå äfven från den ena riktningen till den motsatta, och tvertom, men vändningen sker här tvenne gånger i dygnet; om dagen blåser vinden från hafvet mot det inre af continenten, om natten åter tillbaka från kusten mot hafvet; sjöfarande begagna sig af dessa vindar, för att ingå i en hamn och för att utlöpa derur.

§ 93. Dessa regelbundna vindar förklaras fullkomligt genom värmefördelningen på jordytan samt genom den allmänna grundorsaken, att *tvenne bredvid hvarandra liggande luftmassor af olika temperatur aldrig kunna vara i jemvigt med hvarandra, utan att den kalla luften nertill måste strömma åt den varma sidan, och ofvantill den varma luften åt den kalla*. Denna grundorsak följer åter theoretiskt deraf, att vid samma atmosfer-höjd tryckningen af den kalla luftmassan är större, än tryckningen af den varma, och ett factiskt bevis derpå kunna vi se om vintern, då dörren öppnas från ett varmt rum till ett kallt ställe; vi observera nemligen i dörren en ström af kall luft nertill inåt, under

Theoretisk förklaring öfver de regelbundna vindarne.

det att den varma luften går ut genom dörrens öfversta del, hvilket ses af lågans afvikelse hos ett i sjelfva dörren stäldt brinnande ljus. I det vi tillämpa denna enkla princip till teorien om vindarne, skola vi till en början för problemets förenklande icke fästa vår uppmärksamhet vid jordklotets rörelse omkring sin axel, utan vi vilje antaga, att jordytan är fullkomligt betäckt med vatten, så att solstrålarnes värme verkar på en fullkomligt likformig yta. I anseende till de tropiska ländernas höga temperatur i jemförelse med temperaturen vid de högre breddgraderna måste luften efter vår princip strömma nertill från polar-länderna till tropikerna, och upptill tvertom från tropikerna till polar-länderna; i följe deraf blåser i *norra halfklotet* nertill en beständig nordlig och upptill åter en beständig sydlig vind; i *södra halfklotet* deremot, blir vinden nertill sydlig och upptill nordlig. Men för de undre vindarna måste på begge halfkloten förhållanderna betydligt skilja sig från dem, hvilka äga rum för de öfre strömmarne; ty afståndet emellan tvenne meridianer afsmalnar oupphörligt, ju mer vi aflägsna oss från ækvatorn, derföre möter luften icke några förhinder i sin nedre ström från polerna till ækvatorn; i den öfra åter, från tropikerna till polerna, rör sig luften, så till sägandes, i en oupphörligt afsmalnande bädd; följdén deraf blir en sammanpressning af de i rörelse varande massorna och deras sänkning, emedan en afvikelse uppåt, ofvanom atmosfärens gräns, förhindras af tyngden, och en afvikelse åt sidorna af dylika strömmar hos atmosfärens omgifvande massor. Denna sänkning måste fortfara allt mer och mer, tills den öfra strömmen, sedan den fullkomligt utträngt den nedra motsatta vinden, slutligen vid en viss bredd, hvilken ännu är långt aflägsen från polerna, når jordytan. Luften fullbordar således emellan denna bredd och ækvatorn i meridianens riktning en stor cirkelformig rörelse; nertill strömmar den mot ækvatorn från tvenne sidor, och upptill från ækvatorn mot begge polerna; under sjelfva ækvatorn åter uppstår, i

följd af de tvenne mot hvarandra verkande undre strömmarne, en calmernas region, öfver hvilken den starkt uppvärmda luften oupphörligt uppstiger såsom en *hastigt uppgående ström*.

Hittills hafva vi icke tagit i betraktande jordens rotation tillsammans med luften omkring sin axel, hvilken fullbordas på ett dygn från V. åt Ö; den hastighet, som genom denna rörelse meddelas de på ytan liggande punkterna, blir desto större, ju närmare ækvatorn de äro; under sjelfva ækvatorn är den störst, och vid polerna = 0. Låtom oss först betrakta dessa hastigheters inflytande på norra halfklotets undre luftström i riktning från N. mot S. Luftpartiklarne kunna icke, i det de öfvergå från trakter med mindre rörelse-hastighet från V. åt Ö., till trakter med större hastighet, straxt antaga denna stora hastighet, och derföre blifva de efter mot V. i förhållande till jordytan, hvilket röjer sig för oss genom den ostliga vinden; denna riktning, i det den förenar sig med den ursprungliga riktningen från N. till S, frambringar fenomenet af den *nordostliga passaden*. Deremot måste i den öfra strömmen på norra halfklotet luftpartiklarna, i det de bibehålla sin hastigaste rörelse mot Ö., öfverskjuta jordens egen rotationshastighet i de nordligare trakterna, och i följe deraf förvandlar sig den sydliga vinden i de öfre hvarfven till *Sydvestlig*. Aldeles på samma sätt kan man visa, att den undre sydliga och öfra nordliga vinden i södra halfklotet måste genom jordens rotation förändra sig, den förre till *sydostlig* och den sednare till *nordvestlig passad*.

De i Atlantiska och Stilla Oceanerna observerade passad-vindarne bekräfta tillfullo våra theoretiska slutsatser; i det inre af continenterna erbjuder denna företeelse icke en sådan regelbundenhet endast af det skäl, att den af oss förutsatta homogeneiteten hos jordens yta här icke äger rum, och i anseende till ytans sammansättning den ena delen af continenten kan uppvärmas starkare än den andra. Endast

denna omständighet måste man ock utan tvifvel tillskrifva den oregelbundenhet på Atlantiska Oceanen, att calmer-nas region här icke ligger under sjelfva ækvatorn, utan N. om densamma. Närheten af continenterna samt dessas läge är orsaken dertill, att luftens starkaste uppvärmning inträffar N. om ækvatorn; i Stilla Oceanen deremot, såsom mera bred, observeras fenomenet i hela sin regelbundenhet. Den ur teorien härledda tillvaron af den öfra syd-vestliga passaden i norra half-klotet bevises genom många observationer. Så hafva t. ex. på spetsen af Pic de Teyde (på ön Teneriffa) alla resande träffat vestliga vindar, då likväl en nordostlig passad på samma tid blåste nedanföre; men bäst ådagaläges, att rörelsen hos den öfra vinden är motsatt mot den nedra passaden derigenom, att vid vulcaniska utbrottet på ön *S:t Vincent* (en bland Antilliska öarna) den finaste vulcaniska aska nerföll (se § 68) på ön *Barbados*, som ligger Ö om den förra; den bortfördes genom den mot den nedra passaden rakt motsatta öfra luftströmmen. Aldeles samma fenomen inträffade äfven vid utbrotten af vulcanen *Cossiguia* i Guatemala (se kartan II); askan bortfördes mot Ö. till ön *Jamaica*.

Rörelsen hos calmer-nas region, om sommaren mot N., om vintern mot S., förklaras ganska enkelt af teorien derigenom, att den varmaste trakten i tropikerna äfven förflyttas mot N. vid solens största nordliga declination, och mot S. vid dess sydliga.

Inflytandet af jordens icke homogena yta på passad-fenomenet visar sig äfven vid andra företeelser. I Indiska Oceanen S. från ækvatorn finnes en homogen vatten-yta, i Norr från denne Asiens vidsträckta continent, hvilken om sommaren uppvärms ojemförligt mer än Oceanens yta; följden deraf blir en betydligt större *förflyttning* af calmer-nas region under sommaren, så att södra gränsen af denna region långt öfverskjuter dess vinter-läges nordliga gräns, och derföre befinna sig Ost-Indiens halföar om sommaren i nord-

ostliga och om vintern i sydostliga passaden. Men på andra sidan om ækvatorn sträcker sig den sydostliga passaden ända in i de trakter, som hafva mindre rotations-hastighet mot Öster, och därför afviker dess riktning åt Öster, följaktligen förvandlar sig den sydostliga passaden till *sydvestlig mousson*, och den *nordostliga moussonen* är om vintern en verklig N.O. passad. Häraf se vi, att mousson-fenomenet skiljer sig från passad-fenomenet endast genom den stora förflyttningen af calmernas region.

Af vår allmänna grundorsak, enligt hvilken passad- och mousson-fenomenerna så tillfredställande förklaras, härledes äfven utan svårighet *Strandvindarnes* fenomen; om dagen uppvärmes fastlandet mera än hafvet, följaktligen blir äfven luften öfver kusterna varmare, än luften öfver vattnet; därför strömmar om dagen den kalla luften nedantill från hafvet mot kusten, d. ä. om dagen är det hafsvind; om natten åter afkyles fasta ytan mera än hafsvattnet, och luftströmmen blir motsatt, d. ä. om natten blåsa landvindar. Det är intet tvifvel underkastadt, att luftströmmen i de öfra lagren är rakt motsatt, och om man hittills ännu icke observerat den, så är det blott därför, att dessa höjder för oss äro så svårt tillgängliga.

Vindar
vid de hö-
gre
bredd-
graderna.

§ 94. Under det vindarne i de tropiska trakterna förete en så anmärkningsvärd regelbundenhet, tyckes det, som det i de icke tropiska trakterna ej skulle finnas i naturen någon företeelse mera tillfällig och föränderlig, än vindarne, hvilket redan bevises af ordspråket „föränderlig som vinden”. Men det oaktadt röjer sig äfven i våra trakter inflytandet af den princip, ur hvilken vi förklarar de regelbundna vindarne. I det man dagligen observerat vindarnas riktning under loppet af hela året, och ihopräknat antalet af dagar, på hvilka de åtta hufvud-vindarne varit herskande, hafva vi för hela Europa erhållit tal, hvilka tydligt bevisa, att större delen af vindarne på norra halfklotet sammanfaller med riktningen af N.O. passaden hos de undre, samt med

S.V. passaden hos de öfra hvarfven; detta synes tydligt af följande tabell, som för olika länder visar antalet af de dagar, på hvilka olika vindar blifvit observerade:

Af 1000 vindar hafva blifvit observerade i:

	N.	N.O.	O.	S.O.	S.	S. V.	V.	N.V.
England	82	111	99	81	111	225	171	120
Frankrike	126	140	84	76	117	192	135	110
Tyskland	84	98	119	78	97	185	198	131
Danmark	65	98	100	129	92	198	181	156
Sverige	102	104	80	110	123	210	159	106
Vestra-Ryssland . . .	99	191	81	150	98	143	166	192
Norra Amerika . . .	96	116	49	108	123	197	101	210
I medeltal	93	122	87	103	110	193	162	146

Af denna tabell se vi, att S.V. vindarne blåsa oftast vid våra breddgrader, och detta vill säga, att den öfra passad-strömmen sänker sig mot jordytan söder om våra trakter; efter sydvest-vindarne observeras i Europa oftast nordostvindarne, hvilkas rigtning sammanfaller med den undre, nordostliga passaden. Detta resultat, härledt från observationerna, leder oss till den slutsatsen, att utom tropikerna vindarnes rigtning är följden af en oafbruten strid mellan tvenne hufvud-vindar, d. ä. mellan den undre N.O. passaden och den sig sänkande öfra S.V. passaden. Efter denna åsigt måste de andra vindarne betraktas såsom öfvergångs-vindar vid omsläendet från den ena hufvudrigtningen till den andra. Det är aumärkningsvärdt, att detta omsläende till större delen sker i en bestämd rigtning, nemligen sålunda: N. O. vinden öfvergår till S.V., i det den vänder sig i rigtningen Ö., S.O., S., och S.V.; S.V. vinden öfvergår till N.O., i det den vänder sig genom V., N.V., och N., följaktligen sker omkastningen i rigtningen af solens skenbara rörelse. Denna regel för vindens omkastning kallas *Dove's omkastnings-lag*, derfore att denna lärde var den första, som strängt härledde den från sjelfva observationerna. På södra halfklotet försiggår viudarnes omkastning i motsatt led, d. ä.

emot solens skenbara rörelse. Denna lag blef likväl af *Dove* härledd icke omedelbarligen af observationerna, iföljd af bristen på dem, utan, såsom vi längre fram få se, af vindarnes inflytande på atmosfär-trycket. Sin lag förklarar han theoretiskt på följande sätt. Låt (fig. 27) *aa'* föreställa en rad af luftpartiklar, hvilka befinna sig öfver en och samma parallel-cirkel i norra halfklotet, *bb'* en dylik rad luftpartiklar, hvilka ligga mera mot Söder; *cc'*, *dd'*, *ee'*, *ff'* o. s. v. äro likaledes rader, af hvilka hvarje följande ligga Söder om de föregående. Om partiklarna *aa'* af någon orsak dragas mot Söder, så ankomma de till *bb'* och träffa der en större rotations-hastighet hos jorden mot Ö., än i *aa'*, derföre afviker redan här deras nordliga rigtning mot Ö.; vid en längre rörelse till *cc'*, *dd'* . . . o. s. v., tilltager denna afvikelse allt mer och mer; och således förvandlas småningom den ursprungliga nordliga vinden till N.O., samt slutligen nästan till O. Aldeles på samma sätt kan man bevisa, att den i början rent S. vinden måste småningom öfvergå genom den S.V. rigtningen till full V.; sålunda är omkastningslagen för två qvadranter redan förklarad, och det är tydligt, att den för de begge öfriga qvadranterna äfven förblifver riktig, emedan O. vinden kan endast genom en sådan omkastning öfvergå till S., samt V. vinden till N. Föröfrigt är att märka, att *Dove's* omkastnings-lag icke är absolut riktig, utan ganska ofta företer undantag. Dess vigt i Meteorologien visar sig tydligare i följande paragrapher, men tills vidare hafva vi redan sett dess inflytande på förändringen af rigtningen hos moussonerna.

Orkaner
och sky
drag, § 95. Ett fullkomligt eget slag af vindar förete de såkallade *orkanerna*, hvilka utmärka sig genom sin ovanliga styrka, och i följd deraf frambringa de rysligaste och mest förstörande verkningar. Deras hastighet har man bestämt (föröfrigt efter icke särdeles noggranna mätningar) ända till 120 fot i secunden, och det är icke underligt, att luftstöten mot de motsäende föremålen vid en sådan hastighet

frambringar ganska starka mechaniska verkningar; i sjelfva verket äro uppryckandet af höga träd med deras rötter, förstöring af hus, fartygs försänkning, förflyttning af de tyngsta saker m. m. — de mest vanliga företeelser vid orkaner.

Orkaner uppstå till större delen endast mellan tropikerna, och här förnämligast i tvenne trakter: vid *Antilliska öarna* i Mexikanska viken, och i Indiska Oceanen vid öarna *Ile de France* och *Bourbon*; dagjemningen är den gynnande tiden för deras bildning.

Orkanerna i Atlantiska Oceanen börja i N. från 15°—20° nordlig bredd och i Ö. från de små Antilliska öarna, samt passera Mexikanska viken i rigtning från S.O. till N.V. ända till 30° N. bredd; sedermera, i det de vända sig tvärt, i nära rät vinkel, gå de vidare genom S.Ö. delen af Förenta Staterna i rigtning från S.V. till N.O.; således liknar deras väg en med sin spets mot V. vänd parabel. I Indiska Oceanen begynna orkanerna vid samma bredd, men S. om ækvatorn och i Ö. från ön Ile de France, samt löpa i början i rigtning från N.O. till S.V. ända till 25° Sydl. bredd; äfven här vända de sig derpå tvärt mot S.O. och sålunda bildar deras väg återigen en med sin spets mot V. vänd parabel. Orkanens rörelse-hastighet har i de antydda rigtningarne blifvit funnen från 20 till 50 fot i secunden, d. ä. betydligt mindre än den på ett gifvet ställe observerade rörelse-hastigheten. Denna skenbara motsägelse förklaras af sig sjelf, om vi fästa vår uppmärksamhet på den i rörelse varande luftens total-rigtning på olika ställen af orkanen. *Redfield* och *Reid*, som för detta ändamål jemfört journalerna på särskilda fartyg, hvilka befunnit sig i samma orkan, hafva bevisat, att luften i orkanen har *två slags rörelse*: 1) en ganska hastig *rotatorisk* kring en gemensam vertical axel, och 2) en mindre hastig *framåtskridande*, längs den af oss beskrifna parabeln. Orkanerna äro således mycket starka *hvirfvel-vindar*, sådana vi i mindre scala ganska ofta observera dem på våra gator, der de från de motstående

husen återkastade delarne af den i rörelse varande luften stöta mot de delar, hvilka röra sig i vindens verkliga rigtning. Här se vi den rotatoriska rörelsen på det uppstigande och snabbt roterande dammet. Luftens begge rörelser i orkanerna, så väl på Atlantiska som Indiska Oceanen, äro med pilar framställda på kartan I. Här se vi äfven, att hvirfvelvindarne vid rörelsen framåt småningom utbreda sig i början är deras diameter icke mer än 300 eller 400 verst, men mot slutet af den fortskridande rörelsen förstoras den ända till 800 — 900. Vid diameterns tillväxt förminskas hvirfvelns rotations-rörelse eller orkanens styrka; dessutom synes, att hvirfvel-vindarna i Atlantiska orkanerna rotera i en mot solens skenbara rörelse motsatt rigtning, men hos orkanerna på Indiska Oceanen sammanfaller hvirfvelns rotation med solens skenbara rörelse. Under orkanen faller barometern betydligt, emedan genom centrifugal-kraften luftens elasticitet inuti hvirfveln betydligt förminskas. Stundom, ehuru ganska sällan, åtföljas orkanerna af stark åska.

Om man vid orkanerna tager i betraktande den tvåfaldiga rörelsen hos luften, blir det icke svårt att förklara de oupphörliga omkastningarne i vindens rigtning, hvilka under orkanerna blifvit observerade på olika inuti hvirfvel-vinden befintliga ställen. Låt fig. 28 föreställa en orkan-hvirfvel i Atlantiska Oceanen, som fortlöper i rigtningen ACB; så blir för det ställe, genom hvilket orkan-centern C går, vindens rigtning N.O. endast till det ögonblick, då C går genom detta ställe; för en kort tid inträder nu fullkomlig vindstilla, hvarunder barometern står som lägst; men snart begynner vinden åter med ny kraft och från motsatt sida, d. ä. från S.V. Om åter orkanen går genom observations-orten i rigtning från G till F, så måste vindens ursprungliga ostliga rigtning småningom slå om åt S. och slutligen åt S.V. Om deremot orkanens rörelse sker genom observations-orten längsefter linien DE, så blir vindens ursprungliga rigtning från N, och vänder sig genom NV slutligen

till V. Här af följer, att en sjöfarande kan, om han fäster uppmärksamhet på vindens ursprungliga riktning och progressiva omkastning vid orkanens annalkande, få veta, på hvilken sida af hvirfvel-vinden han befinner sig, och sedan styra fartygets curs så, som erfordras, för att med det foraste komma ur hvirfveln. *Reid* har i detta afseende uppgjort praktiska regler för fartyg, som segla på hafven i Vest- och Ost-Indien.

Theoretiska förklaringarne öfver orkanernas uppkomst äro hittills icke fullkomligt tillfredsställande. Den paraboliska gestalten hos hvirfvel-vägen uppstår synbarligen genom passadens inverkan; detta följer af den omständighet, att hvirfvelns afvikelse i rät vinkel från sin förra riktning sker på begge halfkloten just på de ställen, der passad-vindarnas yttre gränser befinna sig. Hvirfvelvindens uppkomst vid de Atlantiska orkanerna förklarar *Dove* genom syd-vindens sammanstötande med nordostliga passaden; passaden tvingar de mot N. i rörelse varande luftpartiklarna att afvika mot V., hvarigenom äfven hvirfvelns bildning börjar i riktning från höger åt venster. Men om orsaken till S. vindens uppkomst på de ställen, der orkanen börjas, är hittills ingenting känt, och troligen komma vi till förklaring af detta fenomen icke förr, än i dessa trakter noggranna Meteorologiska observationer blifva anställda.

Dylika hvirfvel-vindar, endast af betydligt mindre diameter, föranleda *skydragen*. På ett visst ställe af himlahalvfvet observera vi ett moln, som sänker sig neråt i form af en grå tratt. Om fenomenet försiggår på hafvet, så uppröres vattnet under detta moln starkt och stiger uppåt i form af en omvänd tratt, tills spetsarne af begge trattarna, moln- och vatten-tratten, förena sig, och då bilda de en pelare, hvars spets ligger i molnen och basen på hafsytan; härvid observeras i pelaren en spiralformig rörelse upp och ned hos vattnet. Om skydraget går öfver fasta landet, så uppstiger i stället för vatten ett damm-moln, och den höjan-

de kraften i axeln af den roterande hvirfveln är så betydlig, att skydrag, hvilka nå träd, ofta upprycka dem ifrån jorden och höja dem i luften; de lösrycka taken från husen och bortföra öfverhufvudtaget med ofantlig kraft alla föremål, som möta dem i deras väg. Äfven här äga vi hittills ännu icke någon tillfredställande theoretisk förklaring öfver dessa hvirfel-vindar.

Vindar-
nes egen-
skaper,

§ 96. Vindar af hvarje slag, i det de öfverföra de tropiska ländernas varma luft till polar-länderna eller tvärtom de högre breddgradernas kalla luft till de närmast æqvatorn liggande, förminska härigenom temperatur-ytterligheterna på jordklotet, och det är intet tvifvel underkastadt, att utan atmosfären och de i densamma uppstående vindarne, skulle temperaturen i polar-länderna vara betydligt lägre, och i de tropiska länderna betydligt högre än den observerade. Emedan i Europa SV-vindarne äro mer förherrsande än NO-vindarne, och emedan de förra (hvilka enligt teorien om passaderna i sjelfva verket äro S-vindar) äro varmare än de sednare, så är det tydligt, att medeltemperaturen i de Europeiska länderna måste blifva högre än normal-temperaturen, och att krökningarne af de isothermiska linierna i Vestra Europa måste till en del tillskrifvas denna orsak. Vindarnas beroende af temperaturen i den trakt, hvarifrån de blåsa, visar sig isynnerhet klart vid de så kallade *varma vindarne*, som herska i vissa trakter; hit höra de vindar, hvilka äro bekanta under namn af *Samum* och *Harmattan* i Egypten, *Sirocco* i Italien, m. m. Vid alla dessa vindar strömmar luften ifrån det starkt uppvärmda sandiga *Sahara*.

Utom detta vindarnes vigtiga inflytande i klimatologiskt hänseende, begagna vi oss äfven af dem till mekaniska verkningar, i det vi tvinga dem att sätta i rörelse våra fartyg, eller förrätta mekaniska arbeten af alla slag, t. ex. bringa vingarne på väderqvarnar i rotatorisk rörelse. Men af det föregående är klart, att den i rörelse bragta atmo-

sferiska luften tjenar, så till sägandes, endast till den mekaniska kraftens förvaringsställe, samt att den egentliga verkande orsaken här, liksom vid vattnets mekaniska verkan, är värmets. I naturen känner man hittills endast tre egentliga mekaniska drifkrafter: *värmets*, *electriciteten* och *djur-musk-lerna*.

C. Om vatten-meteoror.

§ 97. Vid undersökningen öfver atmosfärens beståndsdelar hafva vi sett, att utom syre och kväfve der ännu ingå vatten-ångor, men qvantiteten af dem är ganska olika, allt efter vid hvilken tid och på hvilka ställen man bestämmer halten af dem.

Begrepp
om luf-
tens fuk-
tighet.

Af den theoretiska Fysiken veta vi, att vatten-ångorna bilda sig ganska hastigt i luft-tomt rum, så att på några sekunder det gifna rummet uppfylles med hela qvantiteten af ångor, hvilka det kan innehålla vid den förhandenvarande temperaturen; derföre säger man, att tom-rummet hastigt *mättur sig med ångor*. På fullkomligt annat sätt försiggår fördunstningen, om rummet är uppfyllt med luft eller någon annan gas; här motverkas fördunstningen af luftens tryck, så att det gifna rummet icke förän efter några timmar uppfylles med ångor; men det är anmärkningsvärdt, att efter förloppet af denna tid qvantiteten af de ångor, som vid mättning finnas i luften, är fullkomligt lika med den qvantitet, som skulle uppfyllt ett tomt rum af samma volym, om blott temperaturen i begge fallen varit densamma. Emedan således fördunstningen genom lufttrycket på ytan af det fördunstade vattnet betydligt fördröjes, och emedan en del af det redan fördunstade vattnet i atmosfärens högre regioner oupphörligt ånyo öfvergår i flytande tillstånd, så är luften ganska sällan mättad med ångor, d. ä. den innehåller ganska sällan hela den ångqvantitet, som den vid sin förhandenvarande temperatur skulle kunna innehålla.

Förhållandet mellan den ång-qvantitet, som finnes i en gifven luft-volym, och den qvantitet, som mättar den undersökta volymen, uttryckt i procent af den sednare, kallas *luftens fuktighet*. Om derföre a betecknar den ångqvantitet, som finnes i en gifven luft-volym, e qvantiteten af de ångor, som mätta denna volym, och h luftens fuktighet, så få vi $h = \frac{a}{e} \cdot 100$. Af denna formel se vi, hvori den väsendtliga skillnaden mellan qvantiteten af de ångor, som finnas i en gifven rymd, samt denna rymds fuktighet består; ty ifall e i det ena fallet är större än i det andra, så måste fuktigheten h , om a är constant, blifva ganska olika; på andra sidan kan fuktigheten på tvenne orter vara densamma, men ång-qvantiteten ganska olika, då olika qvantiteter erfordras till mättning.

Märkom, att i stället för förhållandet $\frac{a}{e}$ kunna vi i vår formel insätta förhållandet emellan *ångornas elasticiteter*, emedan vid en och samma temperatur bägge dessa förhållanden äro lika. Till följe häraf skola vi framdeles under $\frac{a}{e}$ förstå förhållandet mellan elasticiteten hos de i atmosfären befintliga ångorna, och elasticiteten hos de ångor, hvilka i atmosfären kunde existera vid dess mättning. Af teorien om ångorna är bekant, att vid mättning elasticiteten e beror af temperaturen t ; ju högre t är, desto större är äfven e ; men elasticiteterna tilltaga i betydligt hastigare förhållande än temperaturerna, och man har tabeller, uppgjorda i stöd af ganska noggranna experimenter, hvilka angifva de elasticiteter hos ångorna, som vid mättning motsvara olika temperaturer; sådana tabeller förekomma i hvarje Fysikalisk lärobok.

Emedan af sådana tabeller alltid e kan finnas af den observerade temperaturen t , så kunna vi alltid efter vår formel bestämma det ena af värdena h eller a , om endast det andra är funnet genom experimenter. De instrumenter, som

tjena till bestämmande af luftens tillstånd, i afseende å ångorna, kallas *Hygrometrar*; af dem begagnas förnämligast nu för tiden endast tre: *Saussure's* och *Daniells Hygrometrar* samt *August's Psychrometer*; den första af dem visar *h*, de begge öfriga åter *a*. Om deras inrättning kan man läsa i de Fysiska läroböckerna.

I afseende å de meteorologiska företeelserna är det viktigt, att äfven känna luftens fuktighet och kvantiteten eller elasticiteten hos de i luften befintliga ångorna; af omvexlingen i luftens *fuktighet* beror ångornas öfvergång från gasformigt tillstånd till flytande, och följakteligen öfvergång från klar väderlek till regnig och tvärtom; vid en större *ångkvantitet* åter, blifva de bildade molnen tätare och kvantiteten af nederbörden ymnigare.

§ 98. Om temperaturen i en fuktig luft småningom sänker sig, så närma sig ångorna allt mer och mer mättningspunkten; då luften deremot är mättad med ångor, så förvandlar sig en del af dem vid den minsta afkylning till vatten; ångorna antaga då formen af helt små vattendroppar, hvilka sväfva i luften och hindra ljusets genomgång, så att luften, då den uppfylles af dessa droppar, blir ogenomskinlig och företer en gråaktig massa, bekant under namn af *dimma* eller *moln*, allt efter som den befinner sig vid jordytan eller vid en betydligare höjd. I verkligheten har det förekommit alla observatorer, hvilka händelsevis varit i midten af molnet på ett högt berg, som om de varit omgifna af dimma, och tvärtom se på något afstånd dimmor, hvilka om aftonen samla sig på fuktiga ängar, ut som moln. Vatten-dropparne, hvilka utgöra molnen, kan man observera förmedelst ett mot ett mörkt botten rigtadt mikroskop; några observatorer påstå, att under mikroskopet dessa droppar se ut som blåsor, och antaga, att deras inre är uppfyllt af ångor i gasformigt tillstånd. Huru opålitlig denna åsigt än synes i anseende till svårigheten, att under mikroskopet urskilja en full droppe från en tom, bekräftas den likväl än-

Dimma
och moln.

nu af den omständigheten, att man i molnen, oaktadt der- till gynnande omständigheter, aldrig observerat regnbågs- fenomenet, hvilket ovilkorligen måste visa sig vid strålar- nas brytning genom dropparnes vatten-massa, ifall de icke vore toma; vi få se detta utförligare vid betraktelsen af de optiska meteorerna. I följd af denna åsigt kallas de moln- bildande vatten-dropparne *dunstblåsor*. Såväl genom ome- delbar mätning under mikroskopet, som på grund af opti- ska företeelser, observerade vid ljusets gång genom molnen. har man bestämt dessa blåsors inre diameter och funnit den från 0,005 till 0,013 linier; om vintern äro de större och om sommaren mindre; tjockleken hos vattenhinnan är icke större än 0,00025 linier.

Orsaken till dunstblåsornas sväfvande i luften, oak- tadt deras större täthet i förhållande till den sednare, måste man söka i luftens stora motstånd vid deras fallande. till följe af deras utomordentligt obetydliga diameter; af samma orsak bortför den varma luften rök-partiklarna från skor- stenspipan uppåt, oaktadt dessa af kolämne bestående par- tiklar äro betydligt tätare än luften. En regndroppe faller i luften mycket långsammare, än i lufttomt rum; om man till hälften minskar diametern hos denna vattendroppe, min- skas dess vikt 8 gg, men fallmotståndet, som är proportio- nelt mot droppens yta, förminskas blott 4 gg, följakteligen förökes förhållandet mellan luftens motstånd och drop- pens vikt 2 gg.; och i allmänhet, om man min- skar diametern n gg. förminskas droppens vikt n^2 gg. samt luftens motstånd n^2 gg. följakteligen måste inverkan af luf- tens motsånd på minskningen af fallhastigheten förökas n gg. Om man antager diametern hos regndroppen till 1 li- nie, så blir diametern hos dunstblåsan åtminstone 100 gg. mindre; häraf redan skulle luftens inverkan på fallhastig- hetens fördröjande hos dunstblåsan vara 100 gg. större än dess inverkan på regndroppen, om man till och med skulle antaga blåsan fylld med vatten; men som den består endast

af en vatten-hinna, så blir luftens motstånd ännu större. Således, om luften är fullkomligt stilla, så skall blåsan falla, dock ganska långsamt; men, så snart luften kommer i rörelse nerifrån uppåt, så skall dunstblåsan straxt bortföras uppåt. I följd af molnets ogenomskinlighet uppvärms det mera af de på dess öfre del fallande solstrålarne, än den omgifvande luften; derför är hela molnmassan lättare än en lika volym genomskinlig luft, och derför måste den stiga uppåt, tagande med sig äfven de i densamma inneslutna dunstblåsorna; verkligen observerar man dagligen i bergstrakter, att om natten, då de värmande solstrålarna icke verka, molnen sänka sig långsamt bergen, efter solens uppgång åter börja de ånyo att höja sig.

Öfvergången från atmosferiska ångor till dunstblåstillstånd eller bildningen af moln inträder, när luftens temperatur sänkt sig till *luftens öfvermättningsmed ångor*. En sådan öfvermättningsmed kan förnämligast uppstå af tvenne orsaker, nämligen: *för det första*, då den varma luftmassan beständigt afkyles, och *för det andra*, då tvenne luftmassor, hvilka hafva olika temperaturer och nästan äro mättade med ångor, blanda sig med hvarandra. Som exempel på det första fallet kunna tjena dimmor, hvilka efter en varm dag bilda sig på fuktiga ängar; om dagen uppvärms luften öfver dem starkt, samt uppfylles härvid med ångor; om aftonen åter, då jordytan genom utstrålningen hastigt afkyles, afkyles äfven den henne närmast liggande luften, och då öfvergå de i henne befintliga ångorna till form af dunstblåsor; i enlighet med denna förklaring observera vi, att i början en tunn dimma infinner sig på de ställen, der luftens fuktighet är störst; vid starkare afkylning utvidga sig dessa dimmor, sammanflyta till en tät massa, och betäcka slutligen hela fältet. Ännu ett annat exempel på molnens bildning genom den atmosferiska fuktighetens beständiga afkylning förekommer dagligen i calmernas region nära till ækvatorn; vi veta, att i denna region de begge passadernas fuktiga luft hastigt stiger uppåt, der den ånyo strömmar åt polerna såsom öfre

passad. Men den fuktiga luftens *uppåtstigande ström* afkyles ganska hastigt, så väl genom öfvergången till de öfre kallare atmosfäriska hvarfven, som äfven genom luftens värme-capacitets tilltagande vid dess progressiva utvidgning, och i följe deraf uppstår en ganska hastig molnbildning, hvilken, som vi längre fram få se, alltid åtföljes af stark electricitets-utveckling; åska med störtregn är verkligen i denna trakt ett dagligt fenomen, som alltid förnyas nästan vid en och samma timme af dygnet.

Vi sade, att vid blandning af luftmassor med olika temperatur blandningens fuktighet nödvändigt förökes, och att sålunda ofta moln bildas; detta kan man bäst förklara genom ett skildt exempel. Antagom, att af tvenne lika luftmassor den ena (A) har 10° temperatur, men den andra (B) 20°, och att hvardera af dem innehåller 50% fuktighet. Af tabellen öfver ångornas elasticitet kan man se, att då ångelasticiteten i (A) är = 2^{mm}, 08, och i (B) = 4^{mm}, 47; efter blandningen åter blir elasticiteten lika med medel-elasticiteten, d. ä. $\frac{2,08 + 4,47}{2} = 3^{\text{mm}}, 27$, under det att blandningens temperatur $= \frac{10 + 20}{2} = 15^\circ$. Men vid 15° är ångelasticiteten vid mätning = 6^{mm}, 16, följakteligen är blandningens fuktighet $h = \frac{3,27}{6,16} \cdot 100 = 53\%$, d. ä. tre procent mera än fuktigheten hos hvardera af de deri ingående massorna. Exempel på dimmors bildning af denna orsak se vi stundom öfver vattnet i våra floder, isynnerhet om hösten; vattnet är vid denna tid varmare än jorden, och derföre uppvärms luften öfver henne mera än den vid stränderna, samt förblir derjemte ganska fuktig; strändernas tyngre kallare luft sänker sig småningom ner mot jordytan, och vid blandningen med den varmare luften afkyles en del af den sednares ångor, hvilka visa sig i form af dunstblåsor.

Molnens
olika ut-
seene.

§ 99. Vid uppmärksamt betraktande observera vi, att några moln genom sitt utseende skilja sig från andra,

hvarigenom tillvaron af särskilda omständigheter vid deras bildning tydligen bevises; för att lättare kunna åtskilja dessa former, är en klassifikation af molnen i meteorologien allmänt antagen, sådan den först framställdes af *Howard*. Han åtskiljer i sin afhandling „*Londons klimat*” för det första hos molnen 3 hufvud-former, af honom kallade: *Cirrus*, *Cumulus* och *Stratus*.

Cirrus eller *fjädermolnen* äro de första, som efter klar väderlek visa sig i form af hvita trådar eller strimmor, rigtade förnämligast från S och SV mot N och NO. Deras höjd är ganska betydlig, — från 30000 till 40000 fot, — emedan observatorer på de högsta berg sett dem öfver sig, synbarligen icke närmare än vid bergsfoten. Aldenstund luftens temperatur vid dessa höjder är betydligt under 0°, så måste de vattenpartiklar, hvilka bilda dessa moln, öfvergå i fast form; och de antaga då en med isens öfverensstämmande krystallform, samt sväfva i luften såsom de finaste trekantiga prismer, hvilkas diagonala genomskärning är en liksidig triangel; dylika prismer observera vi stundom om vintern vid sjelfve jordytan; isynnerhet härigenom förklaras fjädermolnens hvita utseende. Rigtigheten af den uttalade åsigten förklaras obestridigt genom de ljusa ringar, hvilka bilda sig omkring solen och månen, då ljusstrålarne från dessa kroppar gå genom fjädermolnen; uppkomsten af dessa ringar förklaras fullkomligt, som vi längre fram få se, genom strålarnes brytning i trekantiga prismer. Efter fjädermolnens bildning följer vanligen omvexling från klart väder till mulet, barometern sjunker, och vinden ändrar sin riktning från NO till SV; allt detta bevisar, att fjädermolnens hvita trådar bilda sig vid gränshvarfvet mellan den undre nordostliga och öfre sydvestliga vinden, genom blandningen af den förras varma och fuktiga luft med den sednares kalla; de härvid bildade snökrystallerna, i det de följa riktningen af de på dem verkande vindarne, uttänja sig straxt till hvita strimmor.

Den andra hufvud-formen hos molnen, *Cumulus* eller *stockmolnen*, visar sig på himmelen förnämligast om sommaren; dessa moln observerar man endast vid de medlersta breddgraderna, men aldrig i polar-trakterna. De utgöras af mer eller mindre halfklotformiga, fullkomligt skildt från hvarandra sväfvande tjocka moln, mellan hvilka det klara himlahalvvet är synligt; de visa sig om morgonen efter soluppgången vid fullkomligt klart väder, sedermera tilltaga de och blifva mot kl. 2 — d. ä. den varmaste tiden på dygnet, — mer eller mindre tjocka, derefter förminskas de gradvis och om aftonen blir ånyo himmelen fullkomligt klar; i bergstrakter kan man märka, att de om morgonen och aftonen befinna sig vid mindre höjd, men kl. 2 äro de betydligt högre; deras medelhöjd är omkring 6000 fot. Dessa moln bestå icke af snökrystaller, utan af dunstblåsor.

Man antager, att stockmolnen bildas till följe af jordytans starka uppvärmning genom sommar-solstrålarne; denna uppvärmning är, i anseende till ytans olika beskaffenhet, icke lika stark på alla ställen; sandiga och nakna ställen uppvärmas mera, gröna och kärraktiga mindre, och ännu mindre skogarne, hvilka förhindra solstrålarne att tränga till jordytan. — I följd af denna ojemna uppvärmning måste den undre luften strömma uppåt öfver de mera uppvärmda ställena, under det att den öfra luften måste sänka sig ner öfver de mindre uppvärmda. Men i de uppåtgående strömmarne utvidgar sig luften progressivt och afkyles mer och mer (i följd af den tilltagande värmecapaciteten och de öfra lagrens lägre temperatur), ångorna i dem öfvergå till flytande tillstånd och antaga form af dunstblåsor. Deremot aflägsna sig ångorna i de öfver kallare ställen sig nedsänkande strömmarne vid luftens gradvisa uppvärmning allt mer och mer från mättningsgraden, så att himmelen öfver dessa ställen förblifver fullkomligt klar. Derföre kan man instämma i *Dove's* åsigt, att de från hvarann skilda stock-

molnen förete liksom projectioner af jordytans mer eller mindre uppvärmda delar på det klara himlahvalfvet.

Stratus eller *lager-molnen* visa sig i form af en gråaktig likartad massa, likt en dunstvägg vid horizontens ena sida; om de omgifva hela horisonten, så betäckes också snart hela himmelen med en likartad molnmassa af gråaktig färg. Lagermolnen förekomma vid alla höjder. Man bör söka uppkomsten af detta slags moln i den varma luftens gradvisa afkylning vid dess rörelse åt polar-trakterna, hvarföre äfven dessa moln föras till oss genom sydvest-vindarne.

Utom dessa tre hufvudformer hos molnen åtskiljer man bland dem ännu medel-former, liksom öfvergångar, nämligen:

Cirro-Cumulus eller *fjäderlika-stockmoln*, till hvilka *Cirrus* öfvergår, då ångquantiteten är otillräcklig, för att förvandla en klar väderlek till oklar; derföre anser man de fjäderlika-stockmolnen, såsom tecken till fortsättning af den klara väderleken. De bestå af små stockmoln, som ligga i rad i riktning af de förra fjädermolnen, och i hvardagslivet äro kända under benämningen *färmoln* (Schäfchen).

Cumulo-Stratus eller *stocklika lagermolnen* förete den form, till hvilken stockmolnen öfvergå vid stark tillväxt och hopning, d. ä. vid hastig bildning. Aldeles så, som vi sågo vid molnens bildning under ækvatorn i calmernas region, åtföljes denna hastiga molnbildning ofta af electricitets-frigörning; derföre ha åskmolnen mest formen *Cumulo-Stratus*.

Cirro-Stratus eller *fjäderlika lagermoln* kallas de horisontela molnstrimor, hvilka vi ofta observera vid horisonten, och hvilka vid solens upp- eller nedgång antaga så olika och vackra färgnuancer; man anser, att dessa moln bilda öfvergången från *Cirrus* till *Stratus*, och att de derföre kunna tjena som tecken till en vacker väderleks omkastning till en regnig; öfvergången åter från *Cirrus* till *Cirro-Cumulus* förutsäger, som vi redan sett, fortsättning af det vackra vädret.

En fortsatt observation af något skildt moln visar en oafbruten omvexling i dess form; på ena sidan försvinna de yttre delarne genom dunstblåsornas upplösning, under det på andra sidan nya tillkomma genom ångor, som öfvergå till form af dunstblåsor; de vattenpartiklar, hvilka bilda ett och samma moln, förändra oupphörligt sitt tillstånd, och derföre måste man icke betrakta molnet som något färdigt, utan hellre som en *process*, alldeles såsom t. ex. ett vattenfalls hvitskummande massa på afstånd förekommer såsom någonting beständigt, då likväl de delar, som utgöra denna massa, oupphörligt förnyas.

§ 100. Vi hafva sett, att dunstblåsorna hållas i höjden endast genom luftens motstånd; men, om vid ångornas tilltagande condensering några af dessa blåsor förena sig och bilda större droppar, så är luftens motstånd icke mer i stånd att såsom förr motverka deras fall. Under fallet betäckas de nerfallande partiklarna, i det de gå genom de undre fuktigare hvarfven och afkyla dem, med flytande partiklar, likasom kalla kroppar i ett varmt rum; derigenom förstoras vattendropparne allt mer och mer och nå slutligen jordytan i form af *regn-droppar*. Rigtigheten af denna förklaring öfver vattendropparnes tillväxt under deras fallande bekräftas derigenom, att vatten-quantiteten, som vid samma regn nerfaller på tvenne vid olika höjd liggande ställen, är olika; nertill är den alltid större, än vid en viss höjd. Quantiteten af det nerfallna regnet bestämmer man förmedelst så kallade *Regnmätare* eller *Ombrometrar*. Fig. 29 föreställer detta instrument vid vanlig form. *A* är ett cylindriskt kärl, hvars nedre del är gjord trattformig och försedd med kranen *B*; under detta ställes ett annat kärl *D*, hvari det på ytan *CE* fallande regnvattnet samlas; från detta kärl hålles det åter i ett annat, som tjänar till mätning af vatten-voly-men. Om innehållet af ytan *CE* är bestämdt i kvadrat-fot, så dividerar man blott den uppmätta quantiteten af det samlade vattnet med det tal, som uttrycker

Regn och
snö.

yta *CE*, och då fås den vattenquantitet, som nerföll på 1 qvad. fot. Sedan detta blifvit gjordt, uträknar man i tum den höjd, som den fyllda quantiteten skulle upptagit, om den befunnit sig i ett cylindriskt käril, hvars tvär-genomskärning = 1 qvad. fot; på sådant sätt uttrycker man i tum quantiteten af regnvattnet.

På detta sätt har man t. ex. i Paris funnit, att på observatorii-taket vid 86 fots höjd faller endast $\frac{1}{3}$ af den quantitet, som samlar sig på gatorna. I staden York begagnas tre skilda regnmätare, af hvilka en är stäld på gatan, en annan på 73 fots höjd och den tredje vid 241 fots höjd; i dem hafva följande vatten-quantiteter blifvit funna:

	Under loppet af 7 varma månader,	Under loppet af 7 kalla månader.
Nertill	38", 5	34", 0.
Vid 73 fots höjd	32", 3	25", 1.
Vid 241 „ „	24", 8	18", 2.

Om man under ett regn uppstiger på ett berg, kan man tillochmed omedelbarligen observera regndropparnes tillväxt; nertill faller groft regn, högre upp minskas småningom drop-parnes storlek, och slutligen öfvergår omärkligt regnet fullkomligt till sjelfva molnets dunstblåsor. Derföre kan man med rätta säga, att regn är ingenting annat än ett *nerfallande moln*.

Om vintern bestå molnen af små is-krystaller i stället för dunstblåsor; vid nerfallandet afsätta sig på dem i form af krystaller äfven ångorna från de undre luftkvarfven; dessa krystaller förena sig med hvarandra efter krystallisationslagarna, och sålunda falla nertill *snöflingor* i stället för regndroppar. Om man uppfångar snöflingorna på en mörk, under fryspunkten afkyld yta, så förete de en stor olikhet i krystall-gruppering; man har af dem observerat mer än 100 olika former, af hvilka några äro afbildade i fig. 30.

Quantite-
ten af
regn-vat-
ten i oli-
ka län-
der.

§ 101. Den vatten-quantitet, som under form af regn eller snö nerfaller från atmosfären, är ganska olika, och beror, som vi redan sett, af den i atmosfären befintliga ång-quantiteten; den är större i de varma tropiska länderna, än i polar-länderna, större vid hafskusterna, än inuti continenterna, men isynnerhet starkt år regnet på de continent-kuster, der de fuktiga hafsvindarne motas af kusternas bergskedjor. Dessa naturliga hinder tvinga den fuktiga luften att stiga uppåt till atmosfärens högre lager, der dess ångor, i det de afkylas, hastigt förtätas och nerfalla under form af atmosfäriskt vatten

Under ett enda regn² nerföll i Cayenne 10 $\frac{1}{2}$ tum vatten, i Kalkutta 12, i Genua 30, under det att denna quantitet icke når 1" i St Petersburg.

Den *årliga quantiteten* af regnvattnet beror af den vid hvarje regn nerfallande quantiteten och af regndagarnes antal; de ofvanbetecknade orsakerna inverka olika på förändringen af de årliga regnquantiteterna i olika länder, emedan omständigheterna äro i detta hänseende ganska olika.

Kring tropikerna aflägsnar sig luften i de undre passaderna, hvilka strömma från de kalla trakterna till de varmare, betydligt från mättningspunkten, och derföre herskar här företrädesvis klart väder, under det, som vi redan sett, starkt regn, åtföljdt af åska, dagligen inträffar på de ställen, som ligga i calmernas region. Genom förflyttningen af calmernas region under årets lopp, hvilken i det inre af continenterna är vida betydligare, än på Oceanen, uppstår på en sådan ort årets indelning efter väderleken i tvenne årstider, den *torra* och *regniga*; den sednare begynner i tropikländerna på N. halfklotet i Mars, April, Maj, tillochmed Juni, desto sednare, ju längre orten är aflägsen från medelläget för calmernas region, och följakteligen ju sednare denna region der inträffar. Emedan regn-tiden derjemte äfven är den kallaste, så kallar man den *vinter*; i detta fall sammanfaller tropikernas vinter i anscende till tiden med samma

halfklots icke tropiska orters sommar. Vid början af den tropiska vintern äro nätterna klara, molnbildningen börjas om morgonen, och åska inträffar vid middagen; sedermera inträder början af åskan dag ifrån dag tidigare, men i sednare hälften af vintern ånyo sednare, så att vid dess slut åskan ånyo inträffar vid middagen. Genom värmens och fuktighetens samverkan betäcker sig jordytan under denna tid på året med den yppigaste vegetation; vid den torra tidens annalkande förtorkar och gulnar gräset genom den starka hettan, och hela jordytan antager det bedrägligaste utseende, liknande det, som våra stepper förete under torra år.

Den årliga regnquantiteten är i de tropiska länderna betydligt större, än vid de högre breddgraderna; den bildar der ett vatten-lager af 120 tums höjd eller 10 fot, under det denna höjd t. ex. i S:t Petersburg icke är större än 18 tum.

Quantiteten af det ur luften nerfallande vattnet beror i Ost-Indien såväl af moussonernas riktning, som af Gathbergens läge. På Malabariska kusten inträffar starkaste regnet under S.V. moussonen, hvilken till hälften bringar Indiska Oceanens fuktiga luft; motad af vestra Gath-bergen afger denna luft större delen af sin fuktighet redan på sjelfva kusten. På östra kusten, Coromandel, åtföljes tvärtom N.O. moussonen af regn, hvilket kommer af östra Gath-bergens inverkan; men den årliga vattenquantiteten är här betydligt mindre, i följd af N.O.-vindens mindre fuktighet. Den årliga quantiteten af regn-vattnet utgör i *Bombay* ett vatten-lager af 80,6 tums tjocklek, men på ett annat ställe vid vestra kusten, i *Mahabuleshwur*, stiger den ända till 302"; på den östra kusten åter är den icke mer än 50 tum.

På norra halfklotet förete de länder, som ligga nära till tropikerna, en viss likhet med de tropiska, emedan de om sommaren befinna sig i passaden, och om vintern utom densamma; i förra fallet är der klart väder, men i det andra falla täta regnskurar, såsom t. ex. på Canariska öarna. Så-

lunda herrska äfven här endast tvenne årstider, den regniga eller vinter, och den torra eller sommar; men sommaren sammanfaller här i anseende till tiden med våra länders sommar, och vintern med vår vinter.

I de tempererade klimaterna är omvexlingen af klara och mulna dagar mera invecklad. I Europa N. om Alperna och Pyreneerna beror den förnämligast af vindens riktning. Vi hafva sett, att hufvud-vindarne här äro S.V. och N.O.; den första, ursprungligen verklig S.-vind, medför den varma och fuktiga tropiska luften till de kallare nordliga länderna; härvid afkyles den, och de ångor, hvilka befinna sig deri, närma sig gradvis mättningsgraden, och derföre åtföljes denna vind vanligen af mulen himmel och täta regnskurar; deremot medför N.O.-vinden (ursprungligen en N.-vind) den kalla N. luften till de varmare Sydliga breddgraderna, hvarest den småningom uppvärms, och dess ångor aflägsna sig från mättnings-graden; derföre blir vid en sådan vind antalet af de klara dagarne större än antalet af de regniga. Striden mellan dessa motsatta vindar bestämmer så väl vindens riktning, som också till större delen väderlekens beskaffenhet. *Buch* har efter meteorologiska journaler visat, att i Berlin af 100 fallande regn hafva 4 inträffat vid N. vind, 4 vid N.O., 4,9 vid O., 4,9 vid S.O., 10,2 vid S., 32,8 vid S.V., 24,8 vid V och 14,4 vid NV. vind.

Quantiteten af det i Europas särskilda länder nedfallande meteoriska vattnet beror dels af dessa orters afstånd från Oceanen, dels af de höga bergsryggarnes gestalt och läge. Inflytandet af ortens afstånd från Oceanen bevises derigenom, att den *årliga regn-quantiteten* är: i Vestra England = 35", i det inre af England = 24", i Frankrike och Holland = 25", i Tyskland = 20", i St: Petersburg = 18"; *antalet af regn-dagar* är i England = 152, i Frankrike = 147, i Tyskland = 141, i Ofen 112, i Kasan = 90, i Sibirien = 60. Ju närmare orten ligger till Oceanen, desto mindre är relativa quantiteten af sommar-regnet i förhållande

till vinter-regnet; om man såsom enhet antager vinter-regn-quantiteten, erhålla vi för sommar-regn-quantiteten: i Vesta England 0,868, i det inre af England 1,131, i Tyskland 2,041, i S:t Petersburg 2,670; dylika tal finna vi för klara och mulna sommar- och vinter-dagar. Orsaken till det stora antalet af vinter-regn i de länder, som stöta till Oceanen, måste man söka i hafs-vattnets större värme i förhållande till contineten; under vintern afkyles den genom S.V. och V.-vindarne till contineten medförda fuktiga och varma hafsluften der plötsligen, och iföljd häraf afsätter den hela sin fuktighet. Inverkan af bergsryggar, hvilka hindra den fuktiga hafsluftens horisontela strömmande och tvinga densamma att stiga uppåt, visar sig t. ex. i Norrige, der den årliga nederbörden i de vester om Skandinaviska bergen liggande orterna är ojemförligt större, än nederbörden i Sverige; i *Bergen* t. ex. faller 83", men i *Stockholm* endast 20" regn.

Ett ännu åskådligare begrepp om regnets fördelning öfver jordytan gifver oss en blick på kartan I, der de continental-länder, hvilka hafva mera regn, äro betecknade med mörkare färg. Här kan man på många ställen tydligt se bergsryggarnes inflytande på quantiteten af det fallna regnet; i Södra Amerika t. ex. beröfva Cordillererna den tillströmmande S.Ostliga hafspassaden sin sista fuktighet, så att på vestliga sluttningen af dessa berg, vid Peruanska kusten, aldeles intet regn faller; denna trakt är också därför på vår karta betecknad med hvit färg. Dylika hvita sträckor märka vi ännu på Afrikas och inre Asiens nakna slätter; den öfver dem starkt uppvärmda luften upplöser straxt de genom vindarne ditförda dunstblåsorna.

§ 102. Till vatten-meteorerna höra äfven *dagg- och rimfrost*; den sednare uppstår vid en temperatur under 0 grader. Hvar och en känner dagg-fenomenet; det består deri, att om natten alla på ett öppet ställe befintliga föremål betäcka sig med fuktighet, hvilken på kroppar, hvilka

Dagg och
rimfrost.

icke insuga vatten, visar sig i form af droppar. Dagg uppstår förnämligast under klara nätter efter varma dagar, samt vid frånvaro af vind; på olika ytor afsätter den sig icke lika, på skrofliga mera, på blanka och metalliska mindre. Om en del af jordytan vore betäckt med ett för värme ogenomträngligt täckelse, så skulle dagg icke visa sig under detsamma; vore åter täcket genomträngligt, så skulle det icke förhindra daggbildningen under detsamma; häraf bevises, att daggen icke faller uppifrån, såsom regnet, utan att den bildar sig i atmosfärens undre lager.

Daggbildningen förblef en lång tid oförklarad; slutligen gaf *Wells* en fullkomligt tillfredsställande förklaring öfver detta fenomen; han visade, att daggen är en följd af jordytans afkylning genom värmestrålningen mot det klara himlahalvvet. Efter solnedgången afkyles jorden hastigt genom utstrålningen, som vi redan förut hafva sett; men i anseende till genomskinliga kroppars mindre utstrålningsförmåga deltagar luften i denna afkylning i betydligt mindre grad, och skillnaden emellan temperaturen hos jordytan och dess närmaste luftlager blir ganska betydlig; *Wells* har genom observationer funnit den = 7° . Följden af denna skillnad blir, att ångorna afsätta sig ur luften på fasta jordytans afkylda föremål, likasom de afsätta sig på den afkylda kulan i Daniell's hygrometer, eller på ytan af ett glas kallt vatten; denna ångans utfällning är just dagg. Af teorien om strålande värme är bekant, att utstrålningen är vida större från skrofliga, än från släta och blanka ytor; af denna orsak visar sig dagg förnämligast på de förra. Vinden motverkar daggbildningen derföre, att den, i det den oupphörligt blandar atmosfärens öfra varma lager med de undre, icke tillåter dessa sednare afkylas tillräckligt nog, för att ångan skulle utfällas. Om himmelen icke är klar, så är jordytans afkylning mindre betydlig, emedan molnen återkasta en del af den genom utstrålning förlorade jordvärmén; på samma sätt verka äfven för värmets ogenomträngliga betäckningar.

Rimfrost skiljer sig från dagg endast derigenom, att jordytans afkylning i detta fall går under 0-punkten, till följe hvaraf den afsatta daggen straxt tillfryser och företer ett hvitt snölikt lager, som betäcker alla obetäckta föremål.

D. Om förändringarne i atmosfärens tryck.

§ 103. Atmosfärens tryck mätes genom barometern, hvars theorie förklaras i allmänna Fysiken. Om vi observera barometern under någon tids förlopp, bemärka vi, att dess höjd aldeles icke förblifver beständig, utan att den oupphörligt mer eller mindre omvexlar. Dessa barometer-oscillationer äro för olika breddgrader icke desamma; aldraminst förändras barometerståndet i de tropiska länderna; observationer under förloppet af några dagar å rad visa, att förändringarne i atmosfär-trycket här ha en ganska enkel periodisk gång. Observationer i åtskilliga tropiska länder hafva visat, att barometern der uppnår sitt maximum i höjd i medeltal kl. 9^t 37' om morgonen, sedan sänker den sig successivt till kl. 4^t 5' på eftermiddagen, hvarefter den ånyo börjar stiga till sitt andra maximum kl. 10^t 11' om aftonen; derefter sänker den sig åter till sitt andra minimum kl. 3^t 45', och slutligen stiger den ånyo till sitt morgon-maximum kl. 9^t 37'. Härvid är skilnaden mellan de yttersta natt-höjderna (d. ä. skilnaden mellan barometer-höjderna kl. 10^t 11' och 3^t 45') mindre, än skilnaden mellan dag-höjderna (d. ä. kl. 9^t 37' och 4^t 5'), eller annorlunda sagdt: barometer-oscillationernas *natt-amplitud* är mindre än *dag-amplituden*; *medel-amplituden* kallas det arithmetiska medeltalet af natt- och dag-amplituderna.

Barometerns
regel-
bundna
förändringar.

Vid de högre breddgraderna är vid första blicken på barometer-oscillationerna intet spår af denna tvåfaldiga periodicitet i deras dagliga omvexling märkligt, men detta härrör blott deraf, att på atmosfär-tryckets oscillationer här ännu andra, mäktigare orsaker inverka, hvilka icke äro bundna

vid samma periodiska gång, och derföre förändra den helt och hållet. Detta bevises derigenom, att, om man hvarje timme fortsätter barometer-observationerna under loppet af hela året och sedan tager arithmetiska medeltalet af alla 365 på samma timme gjorda observationer, så visa tydligt dessa medeltal tillvaron af samma periodicitet äfven vid våra breddgrader. Timmarna för de högsta och lägsta barometer-höjderna äro vid våra breddgrader fullkomligt de samma, som mellan tropikerna, blott med den skilnad, att om sommaren högsta morgon-barometerhöjden inträffar tidigare än kl. 9^t 37', och den lägsta höjden på eftermiddagen sednare än kl. 4^t 5', under det att om vintern fenomenet förändras åt fullkomligt motsatt sida, stundom en hel timma. Då man aflägsnar sig från ækvatorn, förminskas allt mer och mer medel-amplitudens värde; vid tropikerna utgöra medel-amplituderna 1'', hos oss äro de icke större än 0'',¹ och emellan 60° och 70° nordlig bredd äro de = 0, d. ä. vid dessa breddgrader försvinner fullkomligt barometer-oscillationernas dagliga period. Af några observationer vill det synas, som skulle denna period ombyta tecken vid breddgrader öfver 70°, d. ä. som skulle i polar-trakterna barometer-höjden vara högst, när vi hafva den lägst och tvärtom; men, för att afgjort bevisa denna tecken-förändring, äga vi icke ännu från dessa länder tillräckligt antal observationer.

Oscillationerna i atmosfer-trycket kan man jemföra med Oceanens ebb och flod, som äfven företer en tvåfaldig period under dygnet, och derföre skulle man kunna tro, att barometerns regelbundna oscillationer äfven bero af månens och solens attraction till atmosfären; men då måste här äfven månen verka starkare än solen, såsom vid ebb och flod, och följaktligen måste högsta och lägsta barometer-höjden bero af tiden för månens kulmination och icke dagligen ånyo inträffa vid samma timmar. Föröfrigt är det intet tvifvel underkastadt, att äfven i atmosfären dylika

sol- och mån-floder uppstå, som i hafven, men de äro såväl i stöd af observationer, som på grund af theoretiska slutsatser för obetydliga, för att märkbart inverka på barometern; de dagliga barometer-oscillationerne tarfva en förklaring af helt annan art, hvilken *Dove* först framställt.

Vi veta, att vår atmosfer innehåller en mer eller mindre betydlig qvantitet ångor, och af teorien om gasformiga kroppar är bekant, att trycket af luft och ång-blandningen är lika med summan af hvarderas skilda tryck; derföre visar oss barometern summan af den torra luftens och de i atmosfären befintliga ångornas tryckning, och, för att lära känna lagen för barometer-oscillationerna, måste man skildt bestämma den torra luftens förändrade tryck samt förändringen i ångans elasticitet. Denna sednare kan man finna, oberoende af lufttrycket, genom hygrometer-observationer. Derföre, om vi för någon ort hafva en serie af hvarje timme anställda barometer- och hygrometer-observationer, så behöfver man blott för hvarje timma från barometer-höjden subtrahera den genom hygrometer-observationen erhållna ång-elasticiteten, för att erhålla den torra luftens förändringar i tryck, oberoende af ångornas tryckning. Sedan han gjort en sådan subtrahering, fann *Dove*, att såväl den torra luftens förändring i tryck, som förändringen i ångans-elasticitet hafva endast en period under dygnet, men att deras förenade inverkan frambringa den mera sammansatta företeelsen af en *tvåfaldig period*, sådan den i verkligheten observeras. För att lättare förklara detta sednare sammansatta fenomen, har *Dove* till barometer- och hygrometer-observationerna i *Apenrade* tillämpat den redan bekanta grafiska methoden. På fig. 31 föreställer den ena af de undre kroklinierna den torra luftens dagliga medeltryck-oscillationer, och den andra kroklinien ångans elasticitets dagliga förändringar; den öfre genom summering af de bägge föregående krokliniernas motsvarande ordinator erhållna linien föreställer då gången af barometerförändringen. Denna företer

verkeligen en tvåfaldig period i dygnet derföre, att förändringen i ångans-elasticitet stundom är starkare än den torra luftens förändring i tryck, stundom åter är tvärtom luftens tryckning betydligt större.

Således återstår blott att förklara formen af de kroklinier, hvilka uttrycka ång-elasticitetens förändring och den torra luftens tryckning. Dessa begge linier hafva ett motsatt läge; den största ång-elasticitet och den torra atmosfärens minsta tryckning sammanfalla kl. 2 på eftermiddagen, d. ä. med tiden för den största dagliga värmen; härigenom bevises elasticiteternas beroende af temperaturen. Vid utvecklingen af teorien om passad-vindarne anmärkte vi, att luftmassan, uppvärmd utöfver de omgifvande trakternas temperatur, utvidgar sig; till följe häraf måste denna uppvärmda massa i atmosfärens öfre delar strömma till de kallare trakterna, och derföre måste trycket af den uppvärmda luftpelaren förminskas, d. ä. barometern sjunker här; vid en lägre temperatur hos luftpelaren måste deremot dess tryckning blifva större, emedan vid luftmassans större afkylning i jämförelse med den omgifvande luften vid atmosfärens gräns en fördjupning måste uppstå, hvaruti luften från de omgifvande trakterna störtar sig och sålunda här föröker massan hos luftpelaren. Här af är begripligt, att atmosfärstrycket blir störst den kallaste tiden på dygnet, och minst den varmaste tiden, d. ä. kl. 2. Tryckningen af de ångor, hvilka bilda sig genom fördunstning på jordytan, och hvilka bortföras genom den oupphörligt uppstigande strömmen och vindarne, blir deremot störst, då utdunstningen blir störst, d. ä. också kl. 2.

Sålunda är det fullkomligt tydligt, hvarföre de kroklinier, hvilka uttrycka den torra luftens växlande tryck och ång-elasticitetsförändringar, förete fullkomligt motsatta krökningar.

§ 104. I de icke tropiska länderna äro barometer-oscillationerna ojämförligt större än de, hvilka vi hittills hafva betraktat; man kallar dem vanligen *oregelbundna*

Barometer-
terns ore-
gelbund-
na oscil-
lationer.

oscillationer derföre, att de synbarligen icke hafva någon regelbunden periodisk gång. Hos oss oscillerar barometern oupphörligt kring 30 tum's höjd; stundom stiger den högre än 31 tum, stundom sjunker den ända till 28 tum, så att *oscillations-amplituderna* gå öfver 3 tum, under det de regelbundna *oscillationernas* amplituder hos oss icke öfverstiga 0,01 tum. Orsaken till dessa starka förändringar i atmosfærens tryckning måste man söka i samma omständighet, hvarigenom vi förklarade barometerns periodiska *oscillationer*; alltid blir barometern högre på det ställe, der temperaturen är lägre, än de omgifvande lokaliteternas temperatur. *Kämtz* har bevisat detta factum på ett ganska tillfredsställande sätt, i det han vid ovanligt höga eller ovanligt låga barometerstånd på ett gifvet ställe jemfört barometer- och thermometer-höjderna, observerade på flere omgifvande ställen; alltid har det visat sig, att det ställe, der barometerns stigande varit störst, utmärkt sig genom en jemförelsevis lägre temperatur, och tvärtom har vid särdeles lågt barometerstånd dess minsta höjd sammanfallit med en jemförelsevis högre temperatur. Derföre kallar *Kämtz* barometern en *differential-thermometer*, hvilken genom sina *oscillationer* visar skilnaden mellan en Orts temperatur, jemförd med andra kringliggande traktens.

Enligt samma princip förklaras slutligen äfven den för klimatologien vigtiga omständigheten, att mot hvarje vind-riktning svarar en skild medel-barometer-höjd. Emedan NO-vinden är den kallaste af alla, och SV-vinden den varmaste, så blir barometer-höjden störst vid den förra och minst vid den sednare vinden; den kommer desto mer att stiga, ju mer vindens riktning afviker från SV. Detta bekräftas också fullkomligt af erfarenheten. Om man ut meteorologiska journalerna antecknar alla de dagar (under loppet af ett eller några år), då vinden varit NO, samt de motsvarande barometer-höjderna, och tager medeltalet af dessa, så erhålles den mot denna vind svarande *medel-*

barometer-höjden, och en sammanställning af sådana resultat för alla vindar utgör, hvad man i meteorologien kallar *barometriska rumber* (Barometrische Windrose).

Följande tabell visar dessa barometriska rumber, uttryckta i Pariser-linier, för några orter i Europa; till alla tal måste tilläggas talet 300.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SV.	V.	NV.	Amplituder.
London. . .	56,55	57,22	56,45	55,50	54,41	54,80	55,70	56,03	2,81
Paris. . .	56,50	56,68	55,68	54,26	53,87	54,05	54,94	55,92	2,81
Carlsruhe .	54,75	54,95	54,57	53,51	52,74	52,52	53,97	54,54	2,43
Hamburg .	56,40	56,80	56,50	56,20	54,90	54,60	55,50	56,20	2,20
Moskva . .	29,40	50,28	29,77	28,81	28,52	28,19	28,51	28,82	2,09

Öfverallt svarar den högsta medel-barometer-höjden mot NO-vinden, och den minsta mot SV, endast i London och Paris mot S-vinden; talen i den sista kolumnen, under rubriken amplituder, uttrycka skilnaderna mellan de högsta och lägsta barometriska rumberna; af dessa tal se vi, att amplituderna här äro betydligt större, än vid barometerns periodiska oscillationer.

Af detta vindarnes inflytande på medel-barometer-höjden begagnade sig *Dove*, för att bevisa den af honom funna lagen, att vinden företrädesvis slår om i riktningen N, O, S, V (se § 94). I det han delade vindarnes rumber i tvenne hälfter genom en från NO till SV dragen linie, och tog i betraktande morgon- och afton-barometer-observationerna, förfor *Dove* på följande sätt: för hvarje morgonvinds riktning, i det fall, att barometern steg från morgonen ända till aftonen eller sjönk, betecknade han stigandet med tecknet +, och sjunkandet med tecknet —. Då han nu förenade alla beteckningar af detta slag för en och samma morgonvind, fann han, att mot alla vindar af rumbernas östliga hälft svarar tecknet —, och tecknet + mot vestliga hälftens alla vindar; detta bevisar, att vinden på den östra

hälften, då den kastar om, antager till större delen sådana rigtningar, hvilka svara mot atmosfärens minsta tryckning, d. ä. den närmar sig mera till SV-rigtingen, under det vindarna på vestra sidan förnämligast öfvergå till NO, och åtföljas af högre atmosfärstryck.

§ 105. Om man tager medeltalet af alla dagliga barometer-höjder, fås det årliga medelvärde, och medeltalet af alla årliga medelvärden för någon ort gifver slutligen denna ords medel-barometer-höjd. Denna medel-barometer-höjd beror förnämligast af ortens höjd öfver hafvet, men enligt Fysikens reglor är det icke svårt, att till oceanens yta reducera alla medel-barometer-höjder. Då vi jemföra medel-barometer-höjderna med hvarandra, finna vi, att de till och med vid oceanens niveau icke äro lika på alla ställen af jordytan. I hänseende till olika breddgrader har man funnit, att den största medel-barometer-höjden på norra och södra halfkloten svarar nära mot vänd-kretsarne, hvarest dess höjd är omkring 301 Ryska linier, under det denna höjd under ækvatorn är endast 298^{'''},5; mot N. och S. från vändkretsarne aftar medel-barometer-höjden ånyo, och är t. ex. vid 50° bredd = 299^{'''},3, vid 60° bredd = 298^{'''},4. Man antager i allmänhet medel-barometer-höjden på jordytan till 300^{'''} eller 30 tum, då qvicksilfrets temperatur i barometern är = 0°. Utom ortens latitud har äfven longituden inflytande på medel-barometer-höjdens förändring, så att på de vid samma bredd, men under olika longituder, liggande orter medel-barometer-höjden är olika. Lagarna för dessa oscillationer äro likväl ännu icke med tillräcklig noggrannhet undersökta, och derföre skola vi här icke längre uppehålla oss med dem.

Vid medel-barometer-stånden visar sig tydligt temperaturrens inflytande på barometer-ståndet; detta inflytande sticker isynnerhet i ögonen, om vi betrakta den torra luftens tryckning, d. ä. om vi först befria de observerade barometer-höjderna från inflytandet af ång-elasticiteten. Om

Barometerns medelhöjd.

sommaren är på norra halfklotet trycket betydligt mindre, än om vintern, så att till följe af atmosfärens högre temperatur på denna årstid en betydligt större luftquantitet samlar sig på södra halfklotet; denna skillnad mellan vinter- och sommar-trycket utgör hos oss öfver 3 linier.

Vi hafva ofvanför sett, att en orts ovanligt starka uppvärmning i jemförelse med andra kringliggande orter är orsaken till de låga barometer-stånd, som stundom observeras i alla icke tropiska länder. Men i följd af ett sådant ovanligt litet lufttryck på en ort måste ovilkorligen ett hastigt tillströmmande af luft från de andra kringliggande trakterna uppstå, hvarest tryckningen är större; derföre är det låga barometerståndet orsaken till stark vind, och följakteligen kan det tjena såsom förebud af ett annalkande oväder. Vi hafva redan sett, att under de tropiska orkanerna atmosfärens tryckning äfven starkt förminskas, men här uppstår den genom hvirfvelvindens centrifugal-kraft.

Relationer emellan barometer-stånden och väderleken.

§ 106. Enligt det föregående har vindens rigtning ett ögonskenligt inflytande på barometer-ståndet; vid betraktelsen af vatten-meteorerna har det visat sig, att luftens fuktighet, och följakteligen äfven sannolikheten af ångornas öfvergång till form af dunstblåsor eller bildningen af moln, äfven står i nära samband med vindens rigtning; slutligen beror äfven temperaturen af vindarne. Sålunda bero temperaturen, vatten-meteorerna och barometer-höjden af *vindens rigtning*; vid NO-vindarne äro temperaturen och fuktigheten minst, lufttrycket deremot störst; vid SV-vindarne ange deremot thermometer och hygrometern högsta värme och fuktighet, men barometern står lägst. Temperaturen och den mer eller mindre klara himmelen åstadkomma, hvad vi kalla *vackert* eller *fult väder*; sålunda stå väderleken och barometer-ståndet i nära samband med hvarandra, emedan såväl den ena som det andra beror af vindens rigtning, och, ehuru den allmänt kringspridda åsigten, att väderleken skulle bero af barometer-höjden, i direct me-

ning är oriktig, är sambandet mellan dessa begge fenomen det oaktadt obestridligt. Vi se här ett af de icke sällsynta exemplen, att vid ett beständigt sammanträffande af tvenne fenomen det aldeles icke är nödigt, att den ena af dem är en följd af den andra; ganska ofta äro begge fenomenerna en följd af ett tredje, så t. ex. bero här både barometerhöjden och väderleken af vindens riktning. Man antager vanligen, att barometerns stigande förespår vackert, dess sjunkande åter fult-väder; i allmänhet är denna anmärkning derföre sann, att barometerns stigande antyder öfvergången från SV-vind till NO, d. ä. från en fuktig väderlek till en torr, och fallandet antyder en öfvergång af NO- till SV-vind, d. ä. från torr väderlek till fuktig. Men härvid bör man märka, att det till följe af fuktig vind icke alltid är mulet; en fuktig vind, som bringar i rörelse en viss orts hela luftmassa, kan länge aldeles icke närma sig mättnings-punkten, och då förblifver väderleken klar, oaktadt barometerns ringa höjd. Men vi hafva redan § 98 sett, att vid *blandning af luftmassor*, som hafva olika temperatur, närmar sig redan blandningen ovilkorligt mättningspunkten; derföre kan man förnämligast vid *vindens omkastning*, d. ä. vid den ena vindens utträngande genom den andra, förvänta en öfvergång från klar väderlek till regnig. Om SV- eller V-vinden slår om, så öfvergå de, enligt omkastnings-lagen i en mer nordlig riktning, och omkastningen åtföljes af barometerns stigande; om åter NO- eller O-vinden slår om, så åtföljes deremot denna omkastning af barometerns fallande; derföre öfvergår väderleken, då vinden blåser från vestra sidan af compassen vid barometerns stigande oftast till regnig, och under de ostliga vindarna uppstår ett dylikt väderleks skifte oftare vid barometerns sjunkande. Af allt detta se vi, att förutsägingar af väderleken efter barometer-ståndets förändringar äro i allmänhet ganska osäkra, och sådana spådomar kan man endast med stor försigtighet tro, om de till och med

göras med fullkomlig kännedom af alla meteorologiska data; sådana spådomar åter, som vi så ofta höra i hvardagslivet, kan man icke gifva någon vikt.

E. Om electriska meteoror.

Åska. § 107. Om man på ett öppet ställe utställer ett känsligt electroskop, hvars öfra del är försedd med en lång spets, eller ännu bättre, om man förmedelst en isolerad ståltråd förenar ett sådant electroskop med en på en betydlig höjd uppställd spets, så kan man alltid vid vackert väder i atmosfären upptäcka spår af fri positiv electricitet. Denna electricitet är icke konstant; omkring kl. 9 på förmiddagen är den störst, men mot middagen blir den svagare, bibehållande föröfrigt sin positiva natur. Om himmelen är betäckt med moln, så öfvergår electricitetens positiva natur vid tilltagande intensitet ofta till negativ och tvärtom. Med stöd af *Pouillet's* experimenter antager man, att den positiva electriciteten bildas vid fördunstning af vatten, som innehåller saltpartiklar upplösta, hvarvid de uppstigande ångorna binda och med sig bortföra den positiva electriciteten, under det att den negativa electriciteten kvarblifver i vattnet. Vid ångornas öfvergång till form af dunstblåsor frigöres denna electricitet och visar sig såväl i luften, hvilken alltid innehåller en viss qvantitet sådana blåsor, som också i molnen, samt i de sednare ännu starkare. Uppkomsten af negativ electricitet i molnen kan man förklara genom inflytandet af det positivt laddade molnet på ett annat, som äfven innehåller positiv electricitet, men i mindre grad. Men vi måste anmärka, att en sådan förklaring, ehuru i sjelfva verket ganska sannolik, ännu icke på ett afgörande sätt är bevisad.

Om electricitetens spänning stiger till den grad, att den visar sig såsom en stark gnista, så kallas fenomenet åska. *Franklin* var den första, som på ett afgörande sätt

beviste, att blixten icke är någonting annat, än en stark elektrisk gnista; för detta ändamål lät han en pappersdrake (likadan som den, hvarmed barn roa sig) under ett regn uppstiga till atmosfärens högre lager; vid molnens annalkande märkte *Franklin*, emedan snöret var fuktadt af regnvattuet, tydliga tecken till electricitet vid dess nedre ända. Förnyade dylika experimenter, vid hvilka ståltrådar leddes genom snöret för bättre lednings skull, visade ännu tydligare molnens elektriska tillstånd; men härjemte öfvertygade sig observatorerna, med hvilken försigtighet man måste utföra dessa försök; ty vid åskaus annalkande till observationsstället, förstörades de från snörets ända erhållna gnistorna ända till den förfärliga grad, att de hade utseende af en eldstråle. Hos oss i Petersburg blef Professor *Richmann* ett offer för sin oförsigtighet vid ett dylikt experiment.

Företeelserna vid åskväder äro vanligen följande. Under varma sommar-dagar och vid klar väderlek bilda sig omkring middagen eller sednare på ett ställe af horisonten fjäderliga och sedermera små stockmoln, hvilka, i det de hastigt tilltaga, öfvergå till stockformiga lagermoln (Cumulo-Stratus); allt mer och mer antaga de ett mörkgrått utseende med gula och stundom ganska klara schatteringar; detta molnens egendomliga utseende och den åskan vanligen föregående plågsamma, odrägliga sommarhettan äro de mest karakteristiska och allom bekanta kännetecknen på ett annalkande åskväder. Starka vindstötar föregå åskan omedelbarligen, och ofta röra sig molnen skenbart emot vindens riktning. Slutligen visar sig blixten ur åskmolnen i form af zigzagger, och efterföljes af ett starkt buller, som vid ovädrets större afstånd är ganska svagt, men vid dess närmande betydligt förstärkes, hvarvid mellantiderna mellan blix och åska blifva allt mindre och mindre. Om blixten slår ner på ett föremål, som befinner sig i närheten af observatorn, så sammanfalla blixtskenet och åskslaget. Då vi betrakta blixten som en elektrisk gnista, hvilken uppstår vid den fria

electricitetens öfvergång från molnet till närmaste föremål, måste vi betrakta åskan som ett fenomen, svarande mot sprakandet, som märkes vid gnistan från konduktorerna i våra electricitets-maschiner; men detta sprakande är i samma mån förstoradt, som blixten är starkare än gnistan hos electricitets-maschinen. Ehuru blixten och åskan uppstå på samma tid, likasom gnistan hos electricitets-maschinen och det henne åtföljande sprakandet, är dock den obetydliga hastighet, hvarmed ljudet fortplantas (1100' på 1 secund), i jemförelse med ljusets nästan ögonblickliga fortplantning orsaken dertill, att tiden mellan blixten och åskan är desto större, ju större åskmolnens afstånd är från observatorn. Om vi räkna antalet af sekunder mellan begge fenomenerna och multiplicera det med 1100, erhålla vi åskans afstånd från oss, uttryckt i fot.

Åskans rullningar och dessas fortfarande uppstå af trenne orsaker; *för det första* kommer i anseende till zigzaggernas betydliga längd det på samma tid i alla punkter af blixten uppväckta sprakandet till oss på olika tider, allt efter de olika punkternas afstånd från oss, och följdén deraf blir bullrets längre fortvarande; emedan ljudet på en secund genomgår 1100 fot, så forvarar t. ex. åskan 10 sekunder, om den aflägsnaste delen af blixten ligger från oss 11,000 fot eller 3 verst. *Den andra orsaken*, som förnämligast förklarar styrkans förändring hos ljudet vid åskrullningarne, uppkommer af ljudets så kallade *interferens*. Det är bekant, att ljudet vid sammanfallandet af tvenne ljudvågor, som fortplanta sig i en och samma rigtning, antingen förökes eller förminskas i styrka, allt efter som den ena vågens förtätade del sammanfaller med den andras förtätade del eller icke. Vid blixstens fortplantning i zigzagger komma några punkter af zigzaggerna att befinna sig nästan på lika afstånd från observatorn; ljudet från dessa punkter förstärkes. Deremot blifva andra punkter på sådant afstånd från honom, att deras vågor blifva den ena efter den andra om en half

våglängd, eller om ett udda antal halfva våglängder; i sådant fall tillintetgör eller förminskar den ena vågen den andra. Den *tredje orsaken* till ljudets fortvarande vid åskrullningarne bör man slutligen söka i ljudets reflexion från moln, berg eller andra föremål på jorden.

§ 108. För att förklara åskans uppkomst, är det blott nödigt att förklara molnens hastiga bildning, emedan vid hastig molnbildning äfven den vid ångornas öfvergång till dunstblås-tillstånd frigjorda electriciteten plötsligt hopas. Det är därför ganska begripligt, att i de tropiska trakterna, i calmerernas region, åskväder dagligen måste inträffa, då den varma och fuktiga luftströmmen hastigt höjer sig uppåt. Men vi hafva sett, att under klara dagar äfven hos oss sådana uppstigande luftströmmar bildas, i följd af hvilka stock-moln uppstå; vid dessa strömmars ovanligare tillväxt öfvergå stockmolnen hastigt till stock-lik lager-moln, och i detsamma inträffar ock åska. En sådan ovanlig uppåtgående luftström befordras af den lugna och klara väderlek, som vanligen föregår åskan; de undre atmosfäriska lagren uppvärmas härvid så starkt, att de, oaktadt det stora trycket, slutligen blifva lättare än de öfver dem liggande öfre lagren; den sålunda uppkomna *labila jemmigten* upphäfves plötsligt, och den öfra luftmassan omstörtas; de undre fuktiga och varmare lagren blifva i höjden genast afkylda samt alstra sålunda åskmolnen, och genom de nerfallande öfra lagren afkyles luften nertill, hvilket också alltid efter åska är fallet.

Att ångornas hastiga öfvergång i flytande form är orsaken till frigörning af stark electricitet, bevises derigenom, att några sekunder efter stark blix regnet vanligen plötsligt tilltager, och, om man tager i betraktande den för regnets fallande erforderliga tiden, så ses tydligt, att uppkomsten af det starka regnet sammanfaller med electricitetens frigörning.

Men åska uppstår äfven under andra förhållanden, i synnerhet i Vestra Europa; detta är fallet med vinter-åskan.

Åskans
theoreti-
ska för-
klaring.

Här kan den uppåtgående strömmen icke vara orsaken till molnens hastiga bildning, men i dess ställe verka dervid striden och blandningen af de motsatta vindarne i atmosfærens högre regioner; härmed öfverensstämmer äfven den observation, att man efter vinter-åska vanligen observerar en fullkomlig ändring af vindens riktning.

I Vestra Europa räknar man omkring 20 dagar af året, på hvilka åska inträffar; häraf falla $\frac{3}{4}$ delar på sommaren och $\frac{1}{4}$ på vintern; i Tyskland är antalet af åskdagarne detsamma, endast att der inträffar nästan ingen vinter åska; i S:t Petersburg är antalet af åskdagarne icke öfver 10, och vinter-åska inträffar också här aldrig.

§ 109. Då blixten slår ner på ett jordiskt föremål, så äro företeelserna härvid desamma, som vi observera vid urladdningen af starka Lejdiska batterier, endast med den skilnad, att styrkan af molnens electriska verkningar är ojemförligt större. Vid nedslåendet på en byggnad fortplanter sig blixten neråt på densamma, i det den väljer de bästa ledarne och förnämligast metaller; om de metalliska delarne äro tillräckligt tjocka, så går electriciteten genom dem utan skada för byggnaden; om deras tjocklek åter är för obetydlig, så uppsmälta de (t. ex. ståltrådar) eller förstöras helt och hållet (t. ex. spegelbeläggning). Finnuas inga goda ledare, så går blixten genom de dåliga, förstör några af dem (stenar), antänder andra (träd, krut), samt förvandlar andra till ånga (vätskor); slutligen, då blixten slår ned på djur eller människor, verkar electriciteten på nervsystemet så starkt, att en ögonblicklig död är den vanliga följden af ett sådant slag. Men, oaktadt en så förfärlig verkan vid blixstens nedslående, är sannolikheten af ett slag på ett gifvet föremål ganska ringa, och följakteligen har den fruktan, hvilken vissa personer erfara under åskan, ingen grund; i Halle, i Göttingen och på andra ställen har man enligt meteorologiska journalerna beräknat, att under loppet af ett helt sekel endast 2 eller 3 människor blifvit dödade

Blixt-slagets verkan; åskledare.

af blixten; det är intet tvifvel underkastadt, att en plötslig död inträffar vida oftare genom andra tillfälliga orsaker, hvilka likväl ingen fruktar.

Ännu förtjenar anmärkas blixstens verkan vid dess nedslående på jordens sandiga yta; electriciteten, i det den intränger i det inre, grenar sig och bildar, i det den smälter de sandkorn, genom hvilka den går, ett slags rör, hvilka inuti bestå af smält sand, men utantill af hopklibbad, ännu icke förändrad sand; dessa rör grenar sig stundom i två eller tre så kallade *fulguriter*. En sådan fulgurit är framställd i fig. 32.

För att förekomma blixtslagets skadliga inverkan på byggnader, förser man dem med åskledare. I det vi här icke inlåta oss i en utförligare beskrifning af åskledarnes construction, vilja vi blott visa, efter hvilken allmän princip de böra vara inrättade. Ändamålet med åskledaren kan våra tvåfaldig; antingen vill man förekomma åskslaget, i det man förstör dess alstrande orsak, d. ä. den fria moln-electriciteten, eller vill man afböja slagets skadlighet, i det man icke bekymrar sig om dess förhindrande. För att uppnå det första ändamålet, förser man byggnaden med spetsar, hvilka förmedelst metalliska ledare stå i oafbruten förenig med jorden; af teorien om electriciteten är nämligen bekant, att electriciteten genom dylika spetsar, utan att märkas, utströmmar från electricitets-maschinernas conductorer. Men omedelbara observationer hafva visat, att blixten slår lika ofta ned på sådana ställen, der en mängd åskledare finnas och till och med på små afstånd från dem, som på ställen, der de alls icke finnas; dessutom är att förmoda, att de spetsiga delarne, som finnas i stort antal, t. ex. på ett jerntak, måste betydligt mer inverka i detta hänseende, än de på samma tak med flit anbragta spetsarne; och, emedan dessutom inrättandet af dessa spetsar är förenadt med betydliga penninge-utgifter, så fäster man vid inrättningen af åskledarne till större delen uppmärksamheten

endast på lösningen af det andra problemet, d. ä. på *beskyddandet af byggnaderna för slagets följder*. För att få ett riktigt begrepp om fordringarne till detta problems fullkomliga lösning, är det nödigt, att litet närmare orda om kropparnes större eller mindre förmåga att leda electriciteten. Kropparne indelas efter sin förmåga att leda electriciteten i *god* (metaller, kol, vatten m. m.), *medelmåttiga* (stenar, träd, tegelsten m. m.) och *dåliga ledare* (glas, tjära, m. m.) Våra byggnader bestå fönämligast af andra slaget eller medelmåttiga ledare; derför bör isynnerhet uppmärksamhet fästas på deras förhållande i afseende å electriciteten. En Lejdensk flaska, stäld på en tegelsten, kan man ladda, i det man meddelar den electricitet förmedelst en electricitets-maschin; emedan i detta fall flaskans yttre beläggning förmedelst tegelstenen är i beröring med jorden, så är det tydligt, att tegelstenen här verkar som en electricitets-ledare, aldenstund till flaskans laddning är nödigt, att den under laddningen vid yttre beläggningen frigjorda $+E$ går bort genom ledaren till jorden. Om man åter ville urladda flaskan, i det man genom samma tegelsten förenar den yttre och inre beläggningen, så skulle flaskan icke urladda sig. Här af sluta vi, att tegelstenen verkar som *ledare* vid electricitetens *långsamma* genomgång, men som en *oledare* vid *hastig* urladdning. I det vi behålla detta i ögonsigte, vilja vi på följande sätt förklara för oss blixstens verkan på en byggnad. Föreställom oss för det första, att byggnaden, till hvilken molnet, som innehåller en stor quantitet fri positiv electricitet, närmar sig, har ett tak af träd, halm eller tegel. Vid annalkandet börjar molnet inverka genom sin dragningskraft, i det det drager till sig $-E$ och fränstöter $+E$ till jorden; emedan nu byggnaden vid denna långsamma inverkan af electriciteten verkar som en ledare, så hopas i de närmast molnet befintliga punkterna en betydlig quantitet $-E$; men denna quantitet är likväl betydligt mindre än molnets på taket verkande $+E$,

till följe af den sednares betydliga afstånd. Om nu attractionen emellan byggnadens — E och molnets + E förökes till den grad, att luftens motstånd icke mer kan motverka deras förening, så nedslår den sednare såsom blix. Härvid är den genom attractionen hopade electriciteten otillräcklig till neutralisering af hela electriciteten i molnet, och den öfverskjutande delen måste hastigt försvinna i jorden; men, emedan byggnaden vid den hastiga fortplantningen verkar som en oledare, så blir denna öfverskjutande del skadlig för byggnaden och utgör det, som vi vanligen kalla *blixtslag*. På det detta slag må ske utan skada för byggnaden, är nödigt, att det träffade stället är genom en metallisk ledare förenad med jorden, och, emedan det är oviss, hvilket ställe erhåller slaget, så fordrar försigtigheten, att alla utgående delar af byggnaden äro belagda med en metallisk stång, hvilken bör vara nedsänkt i jorden till ett djup, der jorden beständigt är fuktig. Stundom inskränker man sig endast dertill, att man på byggnaden ställer en spets, som höjer sig öfver alla andra delar af taket, förutsättande, att blixten ovilkorligen måste nedslå på denna högsta, och följakteligen till molnet närmaste del; men vi veta icke, till hvilket afstånd omkring sig en sådan spets beskyddar för slaget, och den förut antagna åsigten, att dess beskyddande verkan sträcker sig öfver en cirkel af dubbelt så stor diameter, är sednare genom afgörande facta kullkastad; blixten har nämligen ofta slagit ned, icke mot spetsen, utan i taket och på närmare håll än detta afstånd.

Om taket på byggnaden är af metall, såsom fallet är med större delen af våra stenhus, så befinna sig redan förut de högsta punkterna i metallisk förening med hvarandra, det återstår blott att förena öfre delen af skorstenarna med taket, och sedan takets nedersta del med jorden med tillhjälp af en metallisk stång. Om stången är af jern, så tager man dess tjocklek i tvär genomskärning icke mindre än 4 kvadrat tum, emedan intet fall är känt, då blixten skulle

smält en stång af sådan tjocklek. I allmänhet bör man alltid taga i betraktande, att electriciteten fördelar sig mellan alla ledare proportionellt mot deras lednings-förmåga; derföre, ju mer ledarens ledningsförmåga förökes, desto mindre kan man vanta electricitetens gång genom det inre af byggnaden; af denna orsak förökar man isynnerhet på större byggnader antalet af åskledarne.

Hagel.

§ 110. Vanligen räknar man också *haglet* till de electriciska fenomenerna, emedan det ganska ofta inträffar jemte åskan. Företeelsen består deri, att på en sommardag vattnet nerkommer ifrån molnen, icke i form af regn eller snö, utan i form af is-klumpar, hvilkas form är tvåfaldig; antingen bestå de af en likartad, genomskinlig massa (i detta fall kallas de på Tyska *Graupen* d. ä. *gryn*), eller af verkliga *hagel*, d. ä. af en snö-kula, omgifven af genomskinliga is-hylsor, genom hvilka haglets diameter stundom förstoras ända till en tum och derutöfver; gestalten hos dessa stora hagel liknar päron, d. ä, en trekantig pyramid med rundt botten; de största af dem hafva vägt ända till $\frac{1}{4}$ mark. Haglets is-hylsor hafva tydligen bildat sig genom vattnets utfällning och sednare tillfrysning i atmosfärens undre delar, likasom vi hafva sett, att äfven vatten-dropparne förstorades under nedfallandet.

Förklaringen öfver den under de varmaste dagar i atmosfärens högre regioner herskande betydliga köld, som är nödig till haglens bildande, framställer så många svårigheter, att detta fenomen ända hittills förblifver ganska gåtligt, och derföre hafva vi flere teorier öfver haglets bildning. Bland dem är den ryktbara *Volta's* theorie mer än andra bekant, enligt hvilkens åsigt electriciteten tager verksam del i denna process. På grund af denna åsigt, har man, för att förebygga skada genom hagel-slag, inrättat *hagel-ledare*, hvilka äro construerade enligt samma principer, som ligga till grund vid inrättningen af åskledare; men erfarenheten har visat, att de genom dem skyddade fälten lidit af hagel

icke mindre än andra, hvarföre man också icke mer begagnar dem. Denna omständighet och ännu andra vederlägga tillräckligt omnämde theorie, och derföre vilja vi här icke nogare skärskåda densamma.

Orsakerna till haglets och åskans uppkomst äro utan tvifvel nära beslägtade; atmosferens högre lagers hastiga hopblandning med de undre fuktiga är i sjelfva verket enligt all sannolikhet den verkliga orsaken till deras uppkomst, och electriciteten är i bägge fallen endast ett bifomen, som åtföljer ångornas hastiga öfvergång i flytande form. En utförligare förklaring såväl öfver åskan, som haglet är emellertid tills vidare omöjlig, emedan man rörande dessa vid för oss otillgängliga höjder uppstående fenomen icke ännu äger några afgörande data att stödja sig vid.

F. *Optiska Meteor.*

Till de optiska meteorerna i vår atmosfer höra alla de, hvilka uppkomma genom en förändring i ljus-strålens riktning.

§ 111. Himlahvalfvets blåa färg är en följd af solstrålarnes återkastning från vår atmosfers delar; detta medium är vid ringa tjocklek efter utseende fullkomligt genomskinligt, men då ljuset gått genom lager af betydlig tjocklek, reflecterar det förnämligast de blåa strålarne, likasom t. ex. rödt kläde af alla på detsamma fallande strålar reflecterar förnämligast de röda. Utan denna solljusets reflexion från atmosferens delar skulle himlahvalfvets utseende efter soluppgången vara fullkomligt annat än nu; ty, emedan vi icke skulle erhålla strålar från andra punkter af himmelen, än från det ställe, der solen befinner sig, så skulle himmelen visa sig för oss fullkomligt svart och besädd med fixstjornor, såsom vi nu se det om natten under solens frånvaro, och sjelfva solen skulle synas ännu mer glänsande genom kontrasten med den mörka himmelen. Genom polari-

Himlahvalfvets
blåa färg.

sering af himlahvalfvets ljus bevisas obestriddigt, att detta ljus uppkommer genom solstrålar, hvilka afvikit från sin ursprungliga riktning genom *reflexion*, men icke genom brytning eller böjning, emedan deras polarisations-plan sammanfaller med reflexions-planet, d. ä. med det plan, som drages genom observatorns öga, den på himmelen betraktade punkten och solens medelpunkt, och vi enligt Fysiken veta, att endast det reflecterade ljuset polariseras i reflexions-planet. Om luften reflecterar de blåa solstrålarne, så måste en del af det genom luften gående ljuset hafva dessas complement-färg, d. ä. den gula och orange-färgen; och detta är orsaken, hvarföre solen och månen vid upp- eller nedgången synas röda, och hvarföre vid morgon- eller aftonrodnaden solljuset, som reflecteras från de öfra lagren och går genom atmosfärens undre tätare lager, äfven företer en i orange stötande färg.

Sken genom molnen.

§ 112. Företeelsen af sken genom molnen uppkommer, när himmelen är betäckt med stocklika lagermoln, mellan hvilka mellanrum uppstå; solstrålarne, i det de intränga i dessa mellanrum och under sin väg belysa luftpartiklarne och de i atmosfären sväfvande dunstblåsorna, visa sig då för oss såsom hvita, starkt upplysta strimmor. Ett dylikt fenomen observera vi stundom i ett rum, då solstrålarne intränga i detsamma genom fönstret, isynnerhet då i rummet sväfvar dam eller rök. Om solen vid detta fenomen befinner sig högt öfver horisonten och på sidan om fenomenet, så synas oss de hvita strimmorna icke parallela, utan divergerande, men denna divergens är blott en följd af perspektiv-lagarne. Om åter solen befinner sig vid sjelfva horisonten, eller om den just gått ned under densamma, så utbreda sig de divergerande strålarne öfver hela himlahvalfvets i form af kroklinier, hvilka skära hvarandra i en motsatt punkt af himmelen, och deras härvid skenbara divergens är åter en följd af perspektivet; i sjelfva verket förblifva strimmorna härvid parallela, likasom i förra fallet.

§ 113. Emedan atmosfärens undre lager äro tätare än de öfre, så bryter sig ljus-strålen, då den går snedt genom alla atmosfärens lager, ifrån de tunnaste yttersta ända till de tätaste nedersta, i dem, och, till följe häraf, afviker den ifrån sin ursprungliga riktning och närmar sig till en emot lagrens yta perpendikulär riktning. Om TR (fig 33) föreställer en del af jordytan, och uu' , ss' , qq' , oo' , mm' , nn' m. m. gränserna emellan atmosfärens olika, ganska tunna, concentriskt lager, hvilka vi antaga vara af lika tjocklek, så afviker strålen SA, då den träffar nn' , från den ursprungliga riktningen, i det den bryter sig i första lagret, och går, närmande sig till normalen GH, i riktningen AB; i andra lagret går den i riktningen BC o. s. v. genom D, E, till ytan F, så att den efter brytningarne i de oändligt många tunna lagren beskriver en väg, som motsvarar kroklinien ABCDEF, och observatorn i F ser föremålet S i riktningen FS', d. ä. högre än dess sanna läge. Här af sluta vi, att alla himlakroppar genom den *astronomiska refractionens* inverkan synas oss stå högre, än deras sanna läge är; vid horisonten är denna höjning störst, och i zenith är den = 0.

Detsamma är förhållandet med jordiska föremål; ett aflägsset berg måste t. ex. synas oss höja sig högre öfver horisonten eller närmare till zenith, än det i verkligheten gör; men här blir höjnings-graden mindre, än vid himlakropparne, emedan ljusstrålen går från berget till oss genom ett mindre antal luftlager, än den från himlakroppen fallande strålen, som ovillkorligt måste genomgå alla luftlager. Till åtskilnad kallas därför detta fenomen, då fråga är om jordiska föremål, *terrestrisk refraction*.

§ 114. Då vi betrakta aflägsna föremål längs ytan af en stor sandslätt eller en vatten-yta, framställa de sig stundom för oss i en ovanlig form; för det första märka vi, att de skiljas från horisonten genom ett luftlager af obestämmt utseende, och för det andra förekomma de oss dubbla, hvarjemte den öfre bilden befinner sig i upprätt

Refraction.

Luft-spegling.

ställning, den nedra åter i motsatt, alldeles så som vi skulle se det i en horisontelt liggande spegel; häraf har fenomenet erhållit benämningen *Luft-spegling* eller *Mirage*. Detta fenomen förklaras ganska väl genom tätheternas ovanliga fördelning i atmosfärens undre lager. Vid slättens starka uppvärmning genom solstrålarnes inverkan, stiger äfven temperaturen hos de henne närliggande luft-lagren högre i jämförelse med de öfre lagren; härigenom förminskas deras täthet, och ifölje deraf också den brytande kraften, så att de jorden närmaste lagren bryta ljusstrålarne mindre, än de, hvilka befinna sig vid några fots höjd; derför, om MN (fig 34) föreställer jordytan, så blir luftens brytningsförmåga störst på några fot från henne i AB; härifrån uppåt minskas den genom täthetens aftagande som vanligt, men neråt ända till MN aftager den äfven genom jordytans ovanliga uppvärmning. Om nu observatorns öga befinner sig i O, så ser han föremålet CD, för det första i C'D' litet upphöjdt genom den vanliga terretriska refractionens inverkan; men dessutom ser han det för andra gången genom ljusets brytning i de undre lagren. Ty strålen DF' afviker, i det den går genom de undre lagren, genom dem uppåt och träffar observatorns öga i O, under det strålen CG' från föremålets nedre kant, i det den faller snedare, afviker uppåt vid en betydligt mindre fördjupning i de undre lagren; derför ser observatorn i O den öfre ändan i D", och den nedre i C", d. ä. hela föremålet i det omkastade läget C"D". Från punkterna mellan C' och C" erhåller observatorn ingen stråle, derför har rummet mellan de bägge bilderna ett obestämdt, mörkt utseende.

Rigtigheten af denna förklaring kan man bevisa genom ett försök i liten scala; om man ser längs ytan af en uppvärmd jernhäll på ett aflägsset föremål, så visar det sig äfven dubbelt. Ännu bättre kan man se ett dylikt fenomen, om man i ett genomskinligt fyrkantigt kärl försigtigt på en tyngre vätska håller en lättare, med olika bryt-

ningsförmåga, och sedermera under dessa begge vätskors långsamma blandning ser längs beröringsytan på ett föremål, som är stäldt vid samma höjd på andra sidan af kärlet; i detta fall få vi också tvenne bilder af föremålet, det ena i upprätt, det andra i upp- och ned-vänd ställning.

Det af oss betraktade fall af luft-spegling är det vanligaste; men stundom är fenomenet mera sammansatt. Utom den upp- och ned-vända bilden nertill, observeras ännu en tredje, mera upphöjd, i upprätt ställning o. s. v. Alla dessa fenomen kan man förklara på ett fullkomligt tillfredsställande sätt, i det man antager en ovanlig fördelning af atmosfär-lagrens täthet; men denna theorie är för sammansatt, för att här kunna vidlyftigare utvecklas.

Hit måste man också hänföra det på Sicilien under benämningen *Fata-Morgana* bekanta fenomenet, vid hvilket för en observator, som befinner sig på hafs-stranden, stundom vid horisonten bilder visa sig af slott, kolonner, m. m., hvilka vid atmosfärens vanliga tillstånd befinna sig långt under horisonten.

§ 115. Ett af de mest bekanta och derjemte vackraste fenomen i vår atmosfär företer regnbågen. Den uppstår, då solstrålarne träffa regndropparne; en observator, i det han kastar blicken på medlersta eller högsta punkten af regnbågen, har alltid solen bakom sig, så att solens medelpunkt, observatorns öga och den öfversta punkten af regnbågen befinna sig i samma vertical-plan. Härvid märkes lätt, att regnbågen desto mer sänker sig mot horisonten, ju högre solen står, och att vid en solhöjd öfver 42° aldeles ingen regnbåge uppstår. Färgernas ordning i regnbågen är, räknadt från horisonten, följande: violett, grönt och rött. Utom en första regnbåge uppstår ofta ännu en annan, högre, i hvilken färgernas ordning är fullkomligt motsatt, d. ä. den öfre kanten upptages af den violetta, och den undre af den röda färgen.

Regn-
bågen.

Regnbågs-theorien är för oss mera bekant, än theorien

öfver hvarje annat fenomen i vår almosfer; regnbågen uppstår genom solljusets brytning och reflexion i regndropparne. Låtom oss för större enkelhets skull betrakta verkan af blott en enda vid sjelfva horisonten befintlig punkt af solen, och antagom dervid, att ljuset från denna punkt är fullkomligt homogent, t. ex, rödt. Under sådana förutsättningar erhålla vi en mängd på de sferiska regndropparne fallande horisontala strålar; den bland dem, som går genom den punkt, der observatorns öga befinner sig, kalla vi *central-stråle*. Betraktom nu nogare, huru strålarne inuti en sådan droppe fortplantas i det plan, som går genom den på droppen fallande strålen och central-strålen. Låt, i fig 35, pappersplanet föreställa detta plan, O observatorns öga, så måste alla i detta plan på droppen fallande strålar inneslutas mellan SA och SB; en af dem SD, som träffar droppen under infallsvinkeln α , närmar sig efter brytnings-lagarna infallslodet, i det den med detsamma bildar brytnings-vinkeln ϱ , så att $\sin \alpha = \mu \sin \varrho$, om μ är brytningsexponenten för vattnet. Den brutna strålen, som under vinkeln ϱ träffar punkten G på droppens bakre yta, går dels igenom, dels reflecteras inåt; den (under samma vinkel) reflecterade strålen träffar ånyo droppens yta i punkten L under infallsvinkeln ϱ ; här utgår ånyo en del af densamma ur droppen, i det den med infallslodet CL bildar brytningsvinkeln α , och sålunda kommer strålen till observatorns öga i O; således erhåller observatorn af alla på droppen fallande strålar endast strålen SD, som afvikit med vinkeln $KFL = 180 - DFL$ från sin ursprungliga riktning. I det vi nu med δ beteckna denna vinkel DFL, och draga linien FC, som i följd af symmetrien går genom punkten G. få vi:

$$\frac{1}{2} \delta = DGC - GDF = \varrho - (\alpha - \varrho)$$

$$\text{följakt. } \delta = 4\varrho - 2\alpha.$$

Insätts i denna formel för α alla värden, börjandes från 0° ända till 90° , samt de enligt formeln $\sin \alpha = \mu \sin \varrho$ beräknade motsvariga värdena för ϱ , finna vi att δ i början

tilltager till ett bestämdt värde för α , och sedan åter börjar aftaga; detta bestämda värde för α motsvarar den *största vinkel* δ . Förmedelst differential-calculen är det lätt att visa,

att δ får sitt största värde, då $\sin \alpha = \sqrt{\frac{4 - \mu^2}{3}}$. ^{c)} In-

sättes i denna formel i stället för μ vattnets brytningssexponent för den röda strålen (der $\mu = 1,33$), få vi $\alpha = 59^\circ$, och då härifrån subtraheres först ϱ , och sedan δ , finna vi $\delta = 42\frac{1}{2}^\circ$. Således erhålla vi i den riktning, som med centralstrålen bildar en vinkel större än $42\frac{1}{2}^\circ$, icke en enda reflecterad röd stråle; i hvarje annan riktning inom denna vinkel ser vårt öga en reflecterad stråle, om blott någon vattendroppe finnes i denna riktning, hvilket man i anseende till regn-dropparnes mängd alltid kan antaga. Emedan man nu kan bevisa detsamma och fullkomligt på samma sätt äfven för hvarje annat plan, som drages genom central-linien, så erhålla vi på den midt emot solen liggande sidan röda reflecterade strålar från alla punkter på himmelen, räknandes från central-linien åt alla sidor ända till afståndet $42\frac{1}{2}^\circ$; föreningen af alla dessa strålar måste förete utseendet af en röd half-cirkel MBN (fig. 36), beskrifven med en mot höjden $42\frac{1}{2}^\circ$ svarande radie från en punkt A, liggande vid horizonuten på solens motsatta sida. Det återstår ännu, att bestämma ljusets intensitet i olika punkter af denna half-cirkel. Om vi skulle se direct på den röda punkten (för hvilken vi antagit solen), så skulle ljusets styrka bero af

^{c)} För att erhålla det största δ erfordras nämligen, att $d\delta = 4d\varrho - 2d\alpha = 0$, hvaraf vi få $d\alpha = 2d\varrho$. — Vid differentiering af æqvationen $\sin \alpha = \mu \cdot \sin \varrho$, få vi $\cos \alpha \cdot d\alpha = \mu \cdot \cos \varrho d\varrho$; i det vi i denna æqvation i stället för $d\alpha$ insätta dess motsvarande värde $2d\varrho$ och förkorta med $d\varrho$, få vi $2 \cos \alpha = \mu \cdot \cos \varrho$. Upphöj denna æqvation till qvadrat och combinera den med æqvationen $\sin^2 \alpha = \mu^2 \cdot \sin^2 \varrho$, så blir det efter några förkortningar lätt

$$\text{att finna } \sin \alpha = \sqrt{\frac{4 - \mu^2}{3}}.$$

strål-cylindern, som går genom pupillen och träffar näthuden i vårt öga; diametern af denna cylinder skulle svara emot pupillens diameter, d. ä. den skulle vara nära lika med $1\frac{1}{2}$ linie; om en sådan cylinder icke direct träffar vårt öga, utan först efter skedd reflexion från regndroppen, så blir, för det första, hvar och en af de strålar, som bilda denna strål-cylinder, efter tvenne brytningar och en reflexion betydligt svagare vid utgåendet från droppen; dessutom faller hvarje af de i frågavarande strålarne på droppen under en annan infallsvinkel α , således kommer för hvarje stråle $\delta = 4\rho - 2\alpha$ att hafva ett annat värde, och följaktligen går endast minsta delen af dessa strålar till observatorns öga, och derföre blir ljuset från hvarje punkt af half-cirkeln MBN ganska svag. Blott de från de yttersta punkterna af half-cirkeln reflecterade strålarne blifva betydligt starkare än de andra, emedan här vid största afvikelsen (såsom man ser vid en noggrann bestämning af de största värdena) en liten förändring i α icke frambringa någon förändring i δ , *) och strålarne i det af oss betraktade cylindriska knippet, som träffa droppen nära läget för största afvikelsen, avvika alla nästan lika, samt derföre tillika träffa ögat och frambringa ett starkare intryck, än de under andra vinklar reflecterade strålarne. Af allt detta följer, att den röda half-cirkeln i allmänhet blir af svag färg och blott i sjelfve kanten begränsas af en mera klar röd linie.

Om den röda punkten, som af oss antogs för solen S, befinner sig icke vid horisonten, utan vid någon höjd öfver densamma (fig 37), så är SA central-linien, och den röda half-cirkeln medelpunkt faller under horisonten; derföre kunna vi icke se hela half-cirkeln, utan blott dess öfra segment, och dess öfversta punkt närmar sig till horisonten NM

*) För att bestämma det största värdet på δ erfordras nämligen, att man efter differentiering af æqvationen $\delta = 4\rho - 2\alpha$ skall sätta $d\delta = 0$, d. ä. att helt små förändringar i vinklarne α och ρ icke föranleda någon märklig förändring i vinkeln δ .

i samma mån, som S höjer sig öfver densamma; häraf följer, att då punkten S höjer sig $42\frac{1}{2}^{\circ}$, endast den öfversta punkten vidrör horisonten, men hela half-cirkeln förblir osynlig.

Numera blir det lätt att förutse, huru fenomenet förändras, om vi i stället för den ena röda punkten taga den verkliga solskifvan, i det vi liksom förut antaga, att den utsänder endast röda strålar. Vi kunna nämligen föreställa oss solskifvan bestående af en mängd punkter, af hvilka hvar och en gifver sitt segment, som begränsas af en röd båge; det är tydligt, att i detta fall de röda bågar, som uppkomma genom strålarne från solens yttersta punkter måste ligga från hvarandra på ett afstånd lika med den skenbara soldiametern, d. ä. vi erhålla i stället för den ljusa röda linien MBN (fig. 36), som begränsar segmentet af de reflecterade strålarne, en *ljus röd bågformig strimma af $\frac{1}{2}$ grads bredd*.

Men solen utsänder icke röda strålar, utan hvita, som utom de röda innehålla ännu 6 hufvudfärger, af hvilka hvarje har en egen brytningsexponent μ (för de violetta är t. ex. $\mu = 1,34$, och icke $1,33$). För alla dessa andra färger gälla samma slutsatser, hvilka vi gjort i afseende å de röda strålarne, blott med den skillnad, att man för bestämmandet af största värdet för vinkeln δ måste i formeln

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{4 - \mu^2}{3}}$$

i stället för $1,33$ införa den hvar och

en af de öfriga färgerna motsvarande brytningsexponenten. Då vi uträkna formeln t. ex. för de violetta strålarne, få vi vid största afvikelsen vinkeln $\delta = 40\frac{1}{2}^{\circ}$, samt för de öfriga färgerna vinklar, som ligga mellan $40\frac{1}{2}^{\circ}$ och $42\frac{1}{2}^{\circ}$. Således se vi under den röda randen, som begränsar segmentet, ränder af andra färger, af hvilka hvar och en ända till den violetta begränsar ett segment af samma färgnuance; alla dessa segmenter och de dem begränsande klara ränderna frambringa slutligen ett fullständigt regnbågsfenomen, d. ä. fö-

rete ett hvitt segment af svag intensitet med en färgbåge, som upptill har röd och nertill violett färg; bredden af hela bågen är tydligen $42\frac{1}{2}^{\circ} - 40\frac{1}{2}^{\circ}$ med tillägg af färgbågens bredd, d. ä. den är $= 2\frac{1}{2}^{\circ}$. Omedelbara observationer hafva visat, att så väl regnbågens höjd, som dess bredd fullkomligt öfverensstämmer med de resultater, till hvilka man ledes genom calculerna. Vid hvarje regnbåge märker man ock lätt, att himlahalvfvet's färg inuti det af regnbågen begränsade segmentet är betydligt ljusare än färgen på den öfriga delen deraf.

Den andra regnbågen, som visar sig ofvanom den första förklaras lika tillfredställande som denna, endast man antager, att strålarna komma till ögat efter tvenne inre reflexioner, såsom fig. 38 visar för strålen SA, som infaller horisontelt. Äfven här är det lätt att bestämma vinkeln $EFA = \delta$ såsom en function af α och ϱ ; i femhörningen ABDEF, hvars vinklars summa är $= 6$ räta, få vi nämligen:

$$\begin{aligned}\delta &= 6 \cdot 90^{\circ} - [6\varrho + 2(180^{\circ} - \alpha)] \\ &= 180^{\circ} - 6\varrho + 2\alpha.\end{aligned}$$

Då vi i denna formel insätta värdena för α från 0° ända till 90° samt motsvarande värden för ϱ , uträknade enligt formeln: $\sin \varrho = \frac{\sin \alpha}{\mu}$, finna vi, att δ här har ett bestämdt *minsta värde*; och en sträng uträkning enligt differential-calculens regler visar, att δ får sitt minsta värde, då

$\sin \alpha = \sqrt{\frac{9 - \mu^2}{8}}$ *). Då vi i stället för μ sätta värdet 1,33 för den röda strålen, och 1,34 för den violetta, få vi för den röda $\delta = 50^{\circ}$, och för den violetta $\delta = 53\frac{1}{2}^{\circ}$.

*) För att δ skall få sitt minsta värde erfordras nämligen, att $d\delta = -6d\varrho + 2d\alpha = 0$; hvaraf $d\alpha = 3d\varrho$. Då vi combinera denna æquation med differential-æquationen $\cos \alpha d\alpha = \mu \cos \varrho d\varrho$ och förfara fullkomligt så, som vid första regnbågen, erhålla vi såsom

vilkor för minsta värdet på δ $\sin \alpha = \sqrt{\frac{9 - \mu^2}{8}}$.

Men $\delta = \text{HOF}$ är den höjd, vid hvilken vi se solens reflecterade ljus; derföre få vi här reflecterade strålar från alla delar af himmelen, utom från det segment, som sträcker sig från central-linien ända till ett afstånd af 50° . Raisonnerande vidare om ljusets intensitet på olika punkter aldeles på samma sätt, som vid den första regnbågen, sluta vi, att vi på kanten af detta segment se nertill en röd och upptill en violett rand; bredden af denna andra regnbåge blir $53\frac{1}{2}^\circ - 50^\circ = 3\frac{1}{2}^\circ$, och med tillägg af randens bredd $= 4^\circ$, samt bredden af rummet mellan de begge regnbågarne $= 50^\circ - 42\frac{1}{2}^\circ - \frac{1}{2}^\circ = 7^\circ$; allt detta bekräftas genom omedelbar mätning. Den andra regnbågen är svagare än den första, emedan ljuset i den reflecteras tvenne gånger, då reflexionen af ljuset i den första sker blott en enda gång; rummet mellan de begge regnbågarne är mörkare än alla andra delar af himlahalvvet, en mindre mörk del befinner sig ofvanom den andra regnbågen, och en ännu mindre mörk under den första regnbågen; allt detta öfverensstämmer fullkomligt med teorien.

Sålunda förklaras begge regnbågarne theoretiskt på ett fullkomligt tillfredställande sätt; men det finnes ännu ett fenomen, som stundom observeras vid den första regnbågen, och hvilket hittills ännu icke är med sådan noggrannhet förklaradt; det är bekant under benämningen *bi-regnbåge* och består deri, att färgerna i de öfra delarne af bågen, på dess inre sida, stundom flere gånger förnyas, så att efter den violetta färgen ånyo följer den gröna, derefter åter den röda, så den gröna o. s. v.; härigenom blir regnbågen betydligt bredare än den vanliga. Detta färgernas förnyande förklarar man genom ljusets böjning vid gången genom den med vattendroppar uppfyllda rymden; den märkes endast i regnbågens öfre del, emedan nertill dropparnes diameter är för stor, för att förorsaka en böjning af ljuset. Men riktigheten af denna förklaring är icke ännu bekräftad genom lika noggranna mätningar, som teorien öfver den vanliga regnbågen.

Ringar
eller går-
dar kring
himla-
kroppar-
ne.

§ 116. Om månen eller solen betäckes af lätta moln, så tyckas de vara omgifna af mångfärgade ringar, af hvilka den till himlakroppen närmaste är mörk och efterföljes af ljusare; alla visa de vid den inre kanten en blåaktig och vid den yttre en rödaktig färg. Färgernas klarhet och diametrarne hos ringarne äro ganska olika; stundom är det svårt att urskilja ringarne, stundom deremot skilja de sig icke allenast skarpt ifrån hvarandra utan förnyas ock flere gånger. Fullkomligt dylika företeelser märka vi stundom, i det vi se på en ljuslåga genom en tjock ånga eller genom ett med imma betäckt glas. I läran om ljusets böjning förklaras detta fenomen fullkomligt. I dess mest glänsande form kan man observera det, om man ser på en lysandepunkt genom ett *optiskt galler*, bestående af genomskinliga, på lika afstånd från hvarandra belägna concentriska-cirklar, inristade i ett glas, som förut är belagdt med ett guldblåd. Vid detta försök visa sig de färgade ringarne ganska klart till ett stort antal och äro ganska regelbundna.

Vid ljusa ringars uppkomst kring månen och solen lida ljus-strålarne en böjning under genomgången mellan molnens dunstblåsor; ju mindre storleken och afståndet emellan de sednare är, desto större är ringarnes diameter. En fullständig förklaring öfver denna företeelse är emellertid endast möjlig genom invecklade analytiska undersökningar, öfverflödiga i denna afhandling; det är tillräckligt omnämna, att teorien tillochmed tillåter, att efter mätning af ringarnes diameter bestämma storleken af dunstblåsorna. (Se § 98).

Cirklar
omkring
solen och
månen.

§ 117. Ett från gårdarne fullkomligt skildt fenomen förete de cirklar, hvilka stundom observeras omkring solen och månen. Äfven de äro endast då synliga, när lätta fjäder-moln betäcka dessa himlakroppar; men deras radie är betydligt större än gårdarnes och dertill alltid constant; färgernas ordning är fullkomligt motsatt, d. ä. den röda randen ligger inåt och den blåa utåt. Ofta varseblir man tvenne sådana cirklar; den enas radie är då omkring 22° ,

den andras 45° . Den inre cirkeln's färger äro klarare, än den yttres, derföre varseblir man den första oftare. De röda strålarnes mindre afvikelse i jemförelse med de blåas beviser, att detta fenomen uppkommer genom ljusets brytning, och vi erhålla en fullkomligt tillfredställande theoretisk förklaring öfver dessa cirklar, om vi antaga, att de moln, i hvilka de bilda sig, icke bestå af dunstblåsor, utan af helt små is-krystaller; ofvanföre hafva vi redan sett, att fjäder-molnen verkligen bestå af sådana krystaller, hvilka hafva form af regulära trekantiga prismor.

Om emellan himlakroppen och vårt öga en stor mängd sådana is-krystaller finnes, så komma i hvarje rigtning några af dem i ett sådant läge, att deras hufvud-genomskärning (d. ä. en mot kanterna perpendikulär genomskärning) sammanfaller med det plan, som drages genom himlakroppens medelpunkt, krystallen och observatorns öga; då brytes strålen SA (fig. 39), i det den träffar ytan GC af den liksidiga triangeln GCK, i rigtningen AB, så att den afviker med vinkeln $BDF = \delta$. Af theorien om ljusets brytning i prismor är bekant, att:

$$\sin \alpha = \mu \sin \varrho \quad (1)$$

$$\sin \alpha' = \mu \sin \varrho' \quad (2)$$

$$\gamma = \varrho + \varrho' \quad (3)$$

$$\delta = \alpha + \alpha' - \gamma \quad (4)$$

I dessa æqvationer äro α och ϱ infalls-vinklar, ϱ och α' brytnings-vinklar, γ prismats brytande vinkel och μ isens brytnings-exponent.

Efter differential-calculens reglor kan man nu bevisa, att vid ett visst läge hos prismat δ blir minst, nämligen i det fall, då:

$$\alpha = \alpha' \text{ eller}$$

$$\varrho = \varrho' \quad *)$$

*) För att bestämma minsta värdet på δ i æqvationen (4) (der γ har constant värde) måste man nämligen antaga: $d\delta = d\alpha + d\alpha' = 0$,
hvaraf $d\alpha = -d\alpha'$.

Då vi i våra æqvationer införa villkoret för minsta afvikelsen, fås, emedan $\frac{\gamma}{2} = \varrho$

$$\sin \alpha = \mu \cdot \sin \frac{\gamma}{2}.$$

Insättes här i stället för μ isens brytnings-exponent och i stället för γ vinkeln 60° , så kunna vi uträkna α , och sedan äfven δ af æqvationen $\delta = 2\alpha - \gamma$; sålunda få vi $\delta = 22^\circ$. Men vinkeln δ eller BDF = SOD är strålens afvikelse från himlakroppen; ifrån himlakroppen ända till afståndet 22° mottaga vi således ingen af de genom prismat gångna strålarne, men längre bort än denna vinkel erhålla vi strålar från alla prizmer, hvilka befinna sig i det af oss antagna läget för hufvud-genomskärningen. I följd häraf blir himlakroppen omgifven af en mörk cirkel, hvars radie är 22° ; sjelfva cirkeln åter begränsas af en ljusare rand. Vid gränsen för minsta afvikelsen blir mängden af de till vårt öga kommandenstrålarne betydligt större, än i någon annan riktning, och derföre blir den mörka cirkeln omedelbarligen omgifven af den mest klara. I det vi ännu tillägga, att för det röda ljuset denna ljusa cirkel blir enligt calculen

Af æqvationen (3) få vi $0 = d\varrho + d\varrho'$
hvaraf $d\varrho = -d\varrho'$.

Då vi differentiera äfven æqvationerna (1) och (2), erhålla vi:

$$\cos \alpha d\alpha = \mu \cos \varrho d\varrho$$

$$\cos \alpha' d\alpha' = \mu \cos \varrho' d\varrho'$$

Insätter man nu i stället för $d\alpha$ i (2) $-d\alpha$, och i stället för $d\varrho$ dess motsvariga $-d\varrho$, och dividerar den första æqvationen med den andra, så fås:

$$\frac{\cos \alpha}{\cos \alpha'} = \frac{\mu \cdot \cos \varrho}{\mu \cdot \cos \varrho'}.$$

Sedan vi upphöjt denna æqvation till qvadrat, i stället för \cos^2 öfverallt insatt $1 - \sin^2$, och slutligen i stället för $\sin^2 \varrho$ värdet $\frac{\sin^2 \alpha}{\mu}$, samt i stället för $\sin^2 \varrho'$ värdet $\frac{\sin^2 \alpha}{\mu}$, så vi efter några

förkortningar:

$$\alpha = \alpha'$$

$$\varrho = \varrho'.$$

mindre, än för det violetta, se vi, att närmare till himlakroppen den ljusa cirkeln måste erhålla en röd, och längre bort en violett kant, hvilket också fullkomligt öfverensstämmer med det observerade fenomenet.

För att förklara den andra cirkeln antager man, att strålen kommer till vårt öga, sedan den efter hvarann brutit sig i tvenne prismor, hvilka befinna sig i det antydda läget; afvikelsen måste nämligen i detta fall blifva dubbel (d. ä. radien = 45°) och ljuset svagare; allt detta öfverensstämmer ock fullkomligt med observationerna.

Slutligen bör märkas, att vi icke alltid se hela cirkeln; detta kommer deraf, att de för dess uppkomst nödvändiga iskrystallerna icke alltid finnas i alla riktningar; i synnerhet vid mindre höjd hos solen observeras ofta endast sidodelarne af dessa cirklar, under det den öfra delen saknas; i detta fall förete sidodelarne utseende af tvenne kolonner, hvilka på 22° och 45° afstånd stå verticalt på begge sidor om solen.

§ 118. Stundom är det kring solen på himlahalvfvet observerade fenomenet ännu sammansattare; utom de redan af oss betraktade cirkelarna MAM'F och NBN' (fig. 40), observera vi ännu en hvit cirkel SNS'N', som går genom solen S och parallelt med horisonten FGKL; stundom går en dylik cirkel FSZK verticalt genom solen S och zenith Z ända till motsatta delen af horisonten. Man förklarar dem genom solstrålarnes reflexion från kanterna af de iskrystaller, hvilka befinna sig i verticala och horisontella lägen; i dessa cirkelars genomskärning med de förra eller med hvarandra (i punkterna M och M', N och N') bilda sig klara ställen, hvilka kallas *bi- eller väder-solar*; slutligen visa sig stundom ännu andra cirklar C och D, hvilka tangera de föregående. En förklaring öfver dessa sednare är betydligt svårare, men troligen äro iskrystallernas tillspetsade ändar orsaken till deras bildning. Till största delen är endast en viss del af hela fenomenet synligt, men det gifves exempel, der hela fenomenet har visat sig i full

glans; sålunda observerades det t. ex. den 17 Juli 1790 i Petersburg, och den 5 Juni 1849 i Dorpat.

Polar-
sken.

§ 119. Ett för oss gånkliskt fenomen förete det så kallade *polar-skenet*, hvilket förnämligast observeras i polar-trakterna; på vårt halfklot är det bekant under benämningen *Norr-sken* (*Aurora borealis*). Norr-skenet begynner vanligen sålunda, att vid horizontens norra del bildar sig ett mörkt segment, ofvantill begränsadt af en ljus hvit båge, hvars bredd är olika, från $\frac{1}{4}^{\circ}$ ända till 3° ; den undre delen af denna ljusa båge skiljes mera skarpt från det inre mörka segmentet, än den öfra delen från himlahvalfvet. Genom det mörka segmentet synas tydligt alla de stjernor, hvilka befinna sig på denna del af himlahvalfvet, och derföre anse några, att segmentet är ingenting annat, än det klara himlahvalfvet, som endast genom kontrasten med den ljusa bågen synes mörk. Högsta delen af bågen eller midten af segmentet ligger icke rakt i Norr, utan sammanfaller vanligen med magnetiska meridianens läge. Hos oss är detta svårt att märka, emedan compassnålens afvikelse utgör endast 6° mot Vester, men t. ex. i *Baffinsviken* visar sig segmentet fullt i Vester, och på ön *Melville* såg *Parry* detsamma tillochmed i Söder, emedan denna ö ligger Norr om den magnetiska polen.

Ofta slutas också Norr-skenet med bildningen af den ljusa bågen och det mörka segmentet; men vid en större utveckling af detsamma utskjuta från den ljusa bågen vinkelrät i riktning mot zenith ljusa pelare af 1° i bredd och derutöfver; ljuset i dem är icke constant och fortfar endast några minuter, men derpå utskjuta oupphörligt nya pelare, hvilka fladdra som lågor och ofta antaga åtskilliga färgnanser (rödt, grönt och blått); stundom böja de sig liksom genom vindens inverkan. Då fenomenet visar sig i sin fulla glans, betäcka sådana pelare nästan hela himlahvalfvet, undantagandes ett obetydligt stycke af dess södra del, och, i det de sammanflyta Söder om zenith, bilda de en ljus krans,

eller den så kallade *kronan*, i hvilken man icke observerar någon rörelse hos ljuset; hos oss befinner sig denna del af norr-skenet 70° öfver horizontens södra del, d. ä. i den punkt, der *inclinations-nålens* rigtning råkar himlahalvvet. Derföre är *Wilke's* åsigt ganska trovärdig, att ljus-pelarne vid norr-skenet äro ljusa cylindriska massor, parallela med rigtningen af jordens magnetiska-axel, följakteligen parallela med hvarandra, och att de endast till följe af perspektivet synas oss convergerande i kronan, likasom tvenne träd-rader synas convergera vid ändan af en lång allée. Under bildningen af de ljusa pelarne och kronan förstöres den ofvannämnda ljusa bågen och det mörka segmentet, sedermera blifva pelarne sjelfva allt svagare och svagare, och efter förloppet af några timmar försvinner hela fenomenet.

Några påstå, att vid starka norr-sken ett eget frasande höres, som åtföljer de ljusa pelarnes utskjutande; men större delen af observatorerne hafva icke märkt något sådant. Hvad höjden af norr-skenet beträffar, så äga vi härom inga säkra bestämningar. Några påstå, att de i polar-trakterna varseblifvit fenomenet under molnen.

Norr-sken hafva blifvit observerade i hela Europa, tillochmed i Italien, i Norra Amerika och Norra Asien, men oftast inträffa de i de trakter, som ligga närmare magnetiska polen. Mest visar sig detta fenomen under vinter-hälften af året, troligen tillfölje af de mörkare nätterna, och oftast omkring dagjemningarne, d. ä. i Mars, September och Oktober. Det är äfven anmärkningsvärdt, att norr-sken observerats ganska ofta från år 1707 till 1790, sedan mindre ofta från 1790 till 1820; men från den tiden har deras antal ånyo tilltagit.

Vi sade, att midten af den ljusa bågen alltid ligger i magnetiska meridianen; detta visar redan sambandet mellan norr-skenet och jord-magnetismen. Men detta samband visar sig ännu mera deri, att under norr-skenet magnet-nålen är i oupphörlig rörelse, i det den oscillerar än åt V, än åt

Ö; likaså äro magnet-nålens inclination och intensitet under denna tid mycket inconstanta. Å en annan sida har man också observerat, att detta fenomen står i samband med vatten-meteorerna; i polar-trakterna har man nämligen märkt, att norrskenet, då det försvinner vid morgonrodnadens inträde, småningom öfvergår till fjäder-moln. *Wrangel* har i Norra-Asien observerat, att vid pelarnes gång förbi månen en cirkel af 22 graders diameter plötsligt bildat sig omkring densamma; emedan vi nu veta (§ 117), att orsaken till en sådan cirkel är fjäder-molnens is-krystaller, så måste man antaga, att under det pelarne utskjuta, fjädermoln plötsligt bilda sig.

Ingen tillfredsställande theorie öfver norr-skenet finnes hittills; de mest kända försök till förklaring af detta fenomen fästa uteslutande uppmärksamheten på dess sammanhang dels med jordklotets magnetism, dels med vatten-meteorerna, men icke eu enda af dessa förklaringar omfattar på en gång både den ena och den andra sidan af fenomenet.

G. Eld- och Problematiske Meteor.

Stjernfall
och aëro-
lither.

§ 120. *Stjernfall*-fenomenet visar sig hvarje klar natt, och derföre är det hvar och en bekant. På ett visst ställe af himmelen visar sig plötsligt en ljus punkt i form af en stjerna, och försvinner åter hastigt, i det den med stor hastighet rör sig på himlahvalfvet; stundom blir intet synligt spår qvar efter densamma, stundom åter visar sig i rörelsens rigtning en ljus strimma, hvilken försvinner efter några seconds förlopp. Några stjernfall äro ganska små, andra glänsa som stjernor af första storleken, andra äro ännu ljusare, och några af de största likna månen, såväl till deras skenbara diameter, som till skenet; de största kallas *eld-kulor*. Dessa eld-kulor, i det de närma sig jord-ytan, crevera vanligen med stort brak, likt kanon- eller böss-skott; dervid nerfalla på jorden hårda stycken, bekanta under benämningen

meteor-stenar eller *aërolither*. Om deras ovanliga hastighet vid fallet kan man dömma af det djup, till hvilket de gå in i jorden. Dessa stenar skilja sig mycket från de jordiska, och derföre kan man straxt igenkänna aërolitherna, om man också icke märkt deras nedfallande; de äro vanligen åtminstone på ena sidan betäckta med en svart skorpa, som bevisar, att deras yta befunnit sig i smält tillstånd; detta bekräftas äfven derigenom, att några af aërolitherna, straxt efter fallet upptagna, hafva haft en ganska hög temperatur. Aërolithernas hufvud-beståndsdelar, som blifvit bestämda genom noggranna kemiska analyser, äro: gediget jern, nickel, kobolt och andra metaller, ehuru i mindre qvantitet; stundom har man funnit jern i förening med syre och svafvel; slutligen andra metall-oxider, t. ex. lerjord, kiseljord, m. m. Alla dessa ämnen äro kända i Kemien, men i vanliga fossilier påträffas de aldrig i sådana föreningar, som i aërolitherna. Den anmärkningsvärdaste bland aërolitherna finnes i St Petersburgska Vetenskaps-Akademiens Museum; den har ända till 40 puds vikt och fanns af *Pallas* år 1772 20 verst från Jenisej. Denna aërolith består nästan uteslutande af rent, gediget jern, och det är anmärkningsvärdt, att jernet, i följd af sin stora frändskap till syret, icke finnes någonstades på jorden i gediget tillstånd, utom i aërolitherna.

Derigenom, att man på tvenne betydligt långt från hvarandra aflägsna orter bestämt det ställe på himmelen, der stjernfallet först visat sig och der det försvunnit, samt observerat tiden, då detta skett, har man kunnat uträkna meteorens höjd och dess rörelsehastighet. Sålunda har man funnit, att stjernfallens höjd är olika, och går från 7 ända till 210 verst; hos några har den tillochmed gått ända till 700 verst. Deras fall-hastighet omvexlar från 30 till 60 verst i secunden, d. ä. den är större än jordens hastighet i sin bana omkring solen (29 verst i secunden). Eldkulornas diameter är funnen från 500 till 2600 fot.

Vi hafva redan sagt, att man under en mörk och klar

natt kan vid ett uppmärksamt betraktande observera stjernfall nästan hvarje timme, men det är anmärkningsvärdt, att de under några nätter äro isynnerhet talrika, och att dessa nätter årligen återkomma nästan vid samma tidepunkt af jordens årliga rörelse omkring solen. Så, t. ex. har man funnit, att natten efter aftonen af den 1 November, (natten emellan den 12 och 13 November nya stylen) utmärker sig redan under loppet af några år genom ett ofantligt antal stjernfall; detta har man observerat i Europa åren 1822 och 1832, men isynnerhet starkt visade sig detta fenomen år 1833 i Norra-Amerika, hvarest man observerade, att från en viss punkt af himla-hvalfvet under loppet af hela natten spridde sig liksom ett eldregn. Det är anmärkningsvärdt, att denna punkt för stjernfallens täta inträffande svarar just mot det ställe af himmelen, emot hvilket jorden rör sig den 1 November. Denna omständighet ger stöd åt den så väl genom stjernfallens stora höjd, som deras ofantliga hastighet bekräftade hypotesen, att de utgöras af särskilda till vårt solsystem hörande verlds-kroppar, hvilka man kallat *asteroïder*; dessa asteroïder röra sig omkring solen i en gifven bana, som skär jordbanan just på det ställe, der jorden befinner sig den 1 November. Den andra tidepunkten för dessa meteorers täta inträffande är i slutet af Juli (från den 10 till den 12 Augusti nya stylen); kanske mot denna tid svarar den andra afskärningspunkten för asteroïdernas och jordens banor. Endast asteroïdernas sken försvårar deras förklaring enligt denna theorie. Eld-kulornas starka sken bevisar, att det uppstår genom deras eget ljus; och emedan dessa obetydliga massor sväfva i en rymd, som har en temperatur under -50° , så hafva de utan tvifvel redan längesedan antagit en sådan låg temperatur; följaktligen kan dess höjande endast förklaras genom en stark uppvärmning under deras ofantligt hastiga rörelse i vår atmosfär. Den framför den sväfvande aërolithen befintliga luftens betydliga förtätning och deraf uppstående uppvärmning, be-

fordrar troligen den kemiska frändskapen mellan luftens syre och den gedigna metallen, hvaraf dessa kroppar förnämligast bestå.

§ 121. Det ges ännu meteorologiska fenomen, vid hvilka dock till en del omständigheterna äro så litet kända, att tilloch-med deras tillvaro icke är tillfullo bevisad, och derföre förblir deras meteorologiska förklaring fullkomligt gåtlik. Vi skola i korthet beskrifva dessa fenomen. Problematiska fenomen.

Blod-regn. Så kallas ett regn, efter hvilket man på jord-ytan och på stående vatten observerar gula och röda fläckar. Den mikroskopiska undersökningen af dessa ämnen har visat, att de bestå af ganska små växter och djur, hvilka troligen efter regnet ganska hastigt uppvuxit. Hit hör också den så kallade *röda snön*, som observeras i Alperna och Pyreneerna samt äfven i polar-trakterna på 10' till 12' djup; den består af mikroskopiska växter.

Svafvel-regn betäcker stundom obetydliga delar af jord-ytan med ett gult brännbart pulver; det består af fröstoffet från några växter, hvilket genom vinden blifvit upplyftadt till atmosfärens högre lager och tillsammans med regnet fallit tillbaka på jorden.

Grod-regn är ett ganska tvifvelaktigt fenomen; slutsatser om ett sådant regn har man endast af den orsaken gjort, att en mängd af dessa djur påträffas efter regn, då de likväl kanske i följd af regnet blott uppkrypa på jord-ytan; kanske att dessa djur också blifvit genom en stark hvirfvelvind upplyftade i atmosfärens högre regioner, hvarifrån de sedermera nedfallit.

Solrök (Heerrrauch). Vi hafva redan talat härom vid betraktelsen af jordbäfningarna. Den var isynnerhet stark år 1783 den 29 Maj, och sträckte sig börjandes från Köpenhamn småningom öfver Tyskland, Frankrike, Italien, Adriatiska hafvet och en del af Atlantiska Oceanen; i slutet af Juni aftog den och i slutet af September försvann den fullkomligt. Ett sådant fenomen står ofta i nära samband

med torfbränning; dessutom inträffade samma år, som vi redan sett, en ganska stark jordbäfvning i Calabrien och ett vulcaniskt utbrott på Island; troligen bildade de finaste delarne af den vulcaniska askan, i det de kanske förenade sig med röken från torfmossorna i vår atmosfärs öfre lager denna molnaktiga, halft-genomskinliga rök.

Passad-stoft. Slutligen hör hit meteoriskt stoft, som ganska ofta nedfaller på Norra Afrikas vestra kust, på Medelhafs-kusterna och längre fram ända i det inre af Asien. Detta stoft innehåller utom oorganiska sandpartiklar en mängd mikroskopiska infusorier, och bland dem sådana, hvilka man blott funnit i Södra-Amerika; derföre har *Ehrenberg*, som med synnerlig uppmärksamhet undersökt detta stoft, af sina flertaliga observationer dragit den slutsats, att detta stoft blifvit genom vinden upplyftadt i Södra Amerika, och att det sedermera blifvit genom öfra passaden på norra halfklotet bortfördt mot öster, der det nedfallit på jorden; härvid hafva de tyngsta partiklarne först nedfallit i Afrika, samt de lättaste blifvit bortförda ända till medlersta Asien. Han kallar detta stoft *Passad-stoft* (*Passad-Staub*).



SLUTBETRAKTELSE.

§ 122. Vi hafva i detta arbete lärt känna vår jord-
skorpas tillstånd och de fenomen, hvilka visa sig på jordens
fasta och flytande yta, samt i den henne omgifvande at-
mosferen.

Organis-
mernas
fördel-
ning på
jord-
ytan.

Hela jord-ytan öfverhufvud, såsom vi betraktat henne, utgör skådeplatsen för det organiska lifvets utveckling. Den Högstes skapande kraft har i stor mängd öfver hela jord-ytan utstrött frön till organiska atomer, deras utveckling är underordnad de eviga och oföränderliga lagar, som af den Vise Skaparen blifvit fastställda vid hela världens skapelse, och efter hvilka hela naturen oföränderligt och oafbrutet verkar; vår uppgift är, att undersöka dessa lagar och deras verkningar i den mån det för människans inskränkta förstånd är möjligt. I denna slutbetraktelse vilja vi i korthet försöka utveckla, i hvilken mån det lyckats oss att nå detta mål i afseende å det organiska lifvets geografiska fördelning.

Föreningen af alla yttre orsaker, hvilka på en gifven ort underhålla det organiska lifvet och medverka till dess utveckling, beteckna vi med benämningen: *Klimat*. Hufvud-drifkraften i naturen i afseende å klimatet är *värmet*; i förening med en tillräcklig quantitet *fuktighet* utgör en mer eller mindre quantitet värme hufvudvilkoret för ett bättre eller sämre klimat, följaktligen för graden af det organiska lifvets utveckling; deremot är inflytandet af electriciteten, jordmånens sammansättning och m. d. på denna utvecklings-

grad vida mindre betydligt. Derföre innehåller värmets fördelning på jord-ytan, af oss utmärkt genom isothermer-nas, isotherernas och isochimenernas krökningar (se Kartan V) också hufvud-conturerna för det organiska lifvets fördelning.

Emedan, oaktadt isothermernas oregelbundna krökningar, medel-temperaturerna vid hvarje meridian aftaga i mån af breddgradens tillväxt, så är det begripligt, att vi i riktning från ækvatorn till polerna måste möta de förnämsta omvexlingarne i växternas och djurens fördelning; detta rättfärdigas också fullkomligt af erfarenheten, emedan hvar och en vet, huru mycket tropikernas Flora och Fauna skilja sig, så väl genom atomernas större utveckling, som genom formernas rikedom och färgernas skönhet från de nordliga ländernas växter och djur. Men de tropiska ländernas rikedom i förhållande till polar-ländernas röjer sig ock i afseende å den organiska världen endast genom dessa egenskaper; hvad åter beträffar antalet af de organiska atomerna i allmänhet, så veta vi icke ännu, om detta antal i sin helhet taget är större i de tropiska länderna än i polar-länderna. Låtom oss noggrannare betrakta denna fråga, och i detta hänseende följa den ryktbara naturforskaren, Akademikern *Behrs* idéer och bevis.

Mellan tropikerna uppväcker en större quantitet värme en ofantlig verksamhet i det organiska lifvet; der bidrager, så till sägandes, hvarje punkt af jordmånen till underhållande af en otrolig fruktbarhet; i följd af otillräckligt rum i horisontel riktning lyfta de tropiska växterna sina toppar till en betydlig höjd öfver jorden; högstammiga palmer och ormbunkar tillsammans med icke mindre höga träd af andra arter bilda i de tropiska länderna ofantliga skogar, hvilka äro uppfyllda med mångfaldiga slingerväxter, som kasta sina grenar från det ena trädet till det andra; rötterna till dessa växter sänka sig i jorden till ett betydligt djup, under det deras stjelkar, som tyckas liksom oberoende af roten, uppnå

en längd från 400 ända till 600 fot. Dessutom, så till sängandes, fastklibba vid sjelfva träden utan att vidröra jorden, en mängd snylt-växter eller parasiter, och allt detta tillsammans bildar liksom en lefvande organiskt-vegetatif massa, som i form af urskogar betäcker jorden i de tropiska länderna öfverallt, der endast brist på den tillräckliga fuktigheten och andra klimatiska villkor icke förhindra deras utveckling; här finner botanikern på en icke stor jordsträcka de mest olika former i växtriket.

En fullkomligt annan tafla förete våra polar-länders slätter och tundror, hvilka vid Is-hafvet utgöra växtlighetens sista gränser; de äro betäckta med en likartad grön yta, hvilken vid de mera sydliga kanterna består af ett ofantligt antal gräs-växter, men dessa växter förete blott en obetydlig olikhet i former, och höja sig i atmosfären icke högre än en fot; den nordligaste kanten åter af Europas och Asiens kuster betäckes allenast af mossor och lavar, hvilkas höjd öfver jordytan icke utgör mer än en eller några tum.

Således kan man på följande sätt uttrycka den hufvudlag, som bestämmer växternas geografiska fördelning i förhållande till breddgraderna: under det antalet af atomerna i mån af breddgradens tillväxt hos orten kanske endast obetydligt förändras, minskas hastigt *antalet af de olika formerna och växt-höjden*, så, att tjockleken af det lager, till hvilket växtligheten på hvarje ort höjer sig i atmosfären, mer och mer aftager och slutligen, bortom polar-cirkelns gräns når sjelfva jord-ytan.

En fullständig upprepning af samma lag märka vi äfven i djurriket, De vidsträckta tropiska skogarne och slätterna tjena ganska olika djur till boningsplats; vid jord-ytan vistas här stora lejon, noshörningar, tigrar, flod-hästar, höga giraffer, m. m., hvilka bevisa, att växten är hos de tropiska djuren högre, än hos djuren vid de högre breddgraderna. Dessutom bebos de tropiska skogarnes höga träd af talrika

arter apor, flädermöss och sådana gnagare, för hvilka träden utgöra ett lifsvilkor. Slutligen inskränker sig icke ännu här-till formernas olikhet hos djurriket i de tropiska länderna; betydligt högre än de ofantliga palmerna höja sig fåglar, ganska olika till form och färgernas skönhet, såsom t. ex. papegojor och kolibrî, m. fl. och man kan säga, att hela luften är uppfylld af talrika insecter; allt andas och lefver här, börjandes från jordens yta ända till de betydligaste höjder.

I hänseende till djurriket förete polar-länderna för observatorns ögon en helt annan karakter. Här är antalet af och växten hos djuren på fasta landet betydligt mindre; apor finnas redan aldeles icke, och af det stora antalet *ofvanjords*-gnagare återstår blott ekorren; deremot uppträda till stort antal i polarländerna djur af de släkten, *som bo inuti jorden*, såsom t. ex. möss, lemlar m. fl. Men, då vi ännu mer närma oss Norden, och då slutligen ytan af Is-hafvet betäcker hela det organiska lifvet, så märka vi, att här vid en högre temperatur på hafvets djup antalet och storleken af fiskarne tilltager till en ovanlig grad, ehuru deras mångfald är ringa. Till lifvets underhåll hos dessa ofantliga och talrika djur, såsom hvalfisker, vallrossen m. fl. erfordras en mängd lägre djur och undervattens-växter; och i sjelfva verket äro dessa haf uppfyllda af ett ovanligt antal molluske och blöt-djur (hvilket vi redan anmärkt § 35). Just denna de nordiska hafvens rikedom i afseende å atomernas antal hafva vi förnämligast haft i ögnasigte, då vi sade, att måhända antalet af de organiska atomerna i polar-länderna icke är mindre, än deras antal mellan tropikerna; men vi anmärkte tillika, att polar-ländernas såväl djur, som växter, i den mån vi närma oss polen, allt mer och mer aftaga, samt närma sig till jord-ytan och slutligen tillochmed sänka sig under denna yta, till de nordliga hafvens djup.

Växter-
nas gröns
linier.

§ 123. Om vi nu återvända till betraktandet af de skilda växtlagen, så märka vi, att såsom nödvändiga vilkor

för hvarje af dem finnas vissa temperatur-gränser, och att endast mellan dessa gränser en gynsam utveckling från fröets första groningen till fruktens fullständiga mognad är möjlig; mot dessa gräns-temperaturer svara olika växters gräns-bredder, med hvilkas utforskande många lärda hafva sysselsatt sig i nyare tider. För att så tydligt som möjligt förklara detta ämne, vilja vi här såsom exempel anförä endast några bland de mest kända växter, nämligen: för det första våra *nordiska trädslag*, sedan *korn* och *hvete* (såsom representanter af de odlade sädesväxterna), vidare *bok-trädet*, *oliv-trädet* och slutligen *vinrankan*. På vår karta VI äro de nordliga gränserna för dessa växters utbredning betecknade med olidfärgade linier, och för vinrankan äfven sydliga gränsen för dess utbredning. För att bättre kunna jemföra formen af dessa linier med linierna för lika värme, äro på samma karta äfven tvenne isotheriska och tvenne isochimeniska linier uppdagna, de förra med gul och de sednare med blå färg; vid en blick på kartan göra vi följande slutsatser.

På växternas geografiska fördelning har formen hos de isotheriska och isochimeniska linierna betydligt större inflytande, än isothermernas krökning; orsaken härtill är icke svår att finna, emedan för att underhålla växtlifvet det är nödvändigt, att 1) växterna äro i stånd att uthärda vinterkölden, och 2) att kvantiteten af sommar-värmen är tillräcklig till frökornens fullständiga mognande. Det är begripligt, att för odlade enåriga gräs-växter, t. ex. korn och hvete, vinterkölden har ingen betydelse, och derföre sträcka sig dessa växter mot Norden till den bredd, vid hvilken sommar-värmen är tillräcklig för frökornens mognande; se der, hvarföre, såsom vi se, de linier, hvilka på vår karta beteckna dessa växters nordliga gränser, i afseende å sina krökningar i det närmaste öfverensstämma med de isotheriska linierna vid dessa bredder. Samma gestalt förete äfven linierna, som utmärka vinrankans gränser; ehuru vin-

rankornas rötter under vintern förblifva i jorden, beskyddar man dem dock på artificiellt sätt för stark köld; derfore är det tillräckligt för vinrankans trefnad, om sommar-värmen är tillräcklig till fruktens fullständiga mognande, och å andra sidan, om den ej är så stark, att den föranleder vinrankornas förtorkande; just derfore öfverensstämmer såväl den nordliga, som sydliga gränsen för vinrankan nära nog med de isotheriska linierna. Slutligen följa också våra trädslag: björkar, tallar m. fl. nästan fullkomligt isotherernas krökningar, emedan de kunna motstå den starkaste vinterköld, och blott erfordra en sommar-värme, som är tillräcklig för deras fröns utveckling. Helt annorlunda förhåller det sig t. ex. med bokträdet utbredning; detta vackra träd kan icke uthärda stark köld, och i sjelfva verket visar vår karta såsom nordlig gräns för dess utbredning isochimenernas branta krökningar; bokträdet träffar man i Norrige under 59 graders bredd, men hos oss finna vi det endast på Krym. Ett fullkomligt dylikt förhållande företer oliv-trädet.

Emedan ett af de nödvändiga villkoren till djurlifvets underhåll utgöres af en tillräcklig quantitet föda, hvilken större delen af djuren erhåller från växtriket, så medför oundvikligen en väsendtlig förändring i Floran äfven en förändring i Faunan; härtill måste man ännu tillägga djurens större eller mindre förmåga att fördraga sommar-värmen och vinter-kölden, och i allmänhet, tyckes det, som villkoren för djurens trefnad vore betydligt mera sammansatta, än villkoren för växternas. Derfore se vi äfven, att flere slag af djur äro mycket mer inskränkta i afseende å utbredning öfver jordytan, än växterna, icke blott i rigtning från ækvatorn till polen, utan äfven i rigtning från Öster åt Vester.

Endast människan allena företer i detta hänseende ett anmärkningsvärdt undantag från alla djur; tropikernas heta länder och polar-regionens eviga snöfalt hafva sina innevånare, och det är anmärkningsvärdt, att människan öfverallt tillhör samma art, oaktadt färgen på hennes hud och

ansigtets bildning erhålla genom klimatets inflytande i det varma Afrika en karakter skild från den, som man finner på Norra Amerikas och Asiens stepper eller i de Europeiska staterna. För detta företräde, att uthärda alla klimater, har människan att tacka, icke sin kroppsbyggnad; tvertom är hon från denna sida ömtåligare än många djur; men hon gör sig oberoende af klimatets ytterligheter i kraft af sitt förnuft, som visar henne de tjenligaste medel att skydda sig till- ochmed för polar-klimaternas hårdhet. Af allt ses, att människan är skapelsens krona, och bestämd att vara jordens beherskare. Samma sanning bekräftar äfven vår Religion med orden: „och Gud skapade människan till Sin afbild.”

—••• S L U T. •••—

R Ä T T E L S E R.

Efterföljande tryckfel, till stor del föranledda deraf, att corrigeringen måst verkställas 40 mil från tryckningsorten, torde benäget rättas, förän boken begagnas. Äfven de minsta fel, som blifvit observerade, äro anmärkta, emedan man ansett en lärobok böra vara så correct, som möjligt. Deraf deras skenbara mängd.

<i>Sid.</i>	<i>rad.</i>	<i>står:</i>	<i>läs:</i>
I.	1.	Innehall	Innehåll
II.	15.	nedraloppet	nedra loppet
—	27.	af nya	af nya
III.	23.	deregel bundna	de regelbundna
4.	23.	Alrika	Afrika
7.	4.	Eldslands öarne	Eldslands-öarne
—	5.	Norfolks ön	Norfolks-ön
8.	15.	höga-, den andra låga-hafs öar	höga, den andra låga hafsöar
—	16.	a) Höga	α) Höga
9.	52.	Stillahafvets	Stilla Hafvets
10.	6.	Korall-öar	β) Korall-öar.
12.	31.	gamensamma	gemensamma
13.	4.	Sällskaps öarne.	Sällskaps-öarne.
16.	13.	begryggarnes	bergsryggarnes
17.	33.	Fämund sjön	Fämund-sjön
18.	8.	Bergsslutningarne	Bergsslutningarne
19.	27.	hufvud toppar	hufvud-toppar
20.	19.	Gotthards passet	Gotthards-passet
21.	26.	jord ytan	jordytan
22.	14.	Goda Hopps udden	Goda-Hopps-udden
25.	34.	uppå	uppnå
28.	6.	vidsträkt	vidsträckt
29.	18.	inflytande	inflytande
30.	3.	bergryggar	bergsryggar
31.	19.	Stor Brittanien	Stor-Brittanien
33.	30.	granit block	granitblock
34.	18.	af ofta upprepade förstörin- gar hos	efter ofta upprepade förstö- ringar af

<i>Sid.</i>	<i>rad.</i>	<i>står:</i>	<i>läs.</i>
37.	35.	formations system.	formations-system,
44.	20.	stepper,	stepper
—	24.	alluvial	alluvial-
—	32.	af de,	af de
46.	upptill 6		46
47.	30.	på de	vid de
50.	25.	stilla Oceanen	Stilla Oceanen
55.	1.	mängd deras	deras mängd
56.	25.	mötsäges	motsäges
57.	31.	sidan 74,	sidan 53,
62.	23.	afsin	af sin
65.	31.	månens, synes att	månens synes, att
66.	14.	gravitations lagarne	gravitations-lagarne
72.	5.	förstärktflod	förstärkt flod
75.	30.	vattnet	vatten
81.	29.	öfverensstämma	öfverensstämma
84.	24.	lagret C	lagret C,
—	32.	närvararande	närvarande
—	35.	mängd	mängd.
85.	5.	hvika	hvilka
—	35.	zifonen	sifonen
90.	14.	Pymonter-källan	Pyrmonter-källan
91.	19.	Bareche	Barèges
92.	4.	Karisbad	Karlsbad
—	20.	berg-salt;	bergsalt,
94.	35.	beträffar.	beträffar,
95.	8.	flodbassinen	flodbassinen.
97.	22.	så ä klart,	så är klart,
98.	35.	kannat	kunnat
99.	13.	obetyglig	obetydlig
—	23.	Nilensdelta	Nilens delta
100.	8.	Kas-piska	Ka-spiska
102.	25.	condensera	condenserar
103.	12.	Oceanen;	Oceanen,
104.	25.	rörelsen hvilken	rörelsen, hvilken
106.	29.	sarkare	starkare
107.	15.	methamorfiska	metamorfiska
—	14.	schifer	skifer
108.	1.	torr-dimma	torr dimma
—	8.	utsträckning	utsträckning,

<i>Sid.</i>	<i>rad.</i>	<i>står:</i>	<i>läs:</i>
109.	28.	åtsadkomma	åstadkomma
110.	9.	longitud's skilnaden	longituds-skilnaden
—	26.	ovilkorligeu	ovilkorligen
114.	2.	mjuk massa	mjuk massa,
—	19.	tvenne	tvenne.
116.	22.	konens-väggar	konens väggar
123.	33.	krafter	orsaker
124.	22.	förenade,	förenade;
130.	18.	ådagalagt	ådagalagdt
—	27.	metarmorfiska	metamorfiska
146.	7.	jordensyta.	jordens yta.
153.	16.	förminskning gkommer	förminskning kommer
155.	17.	utvidgning	utvidgning
156.	29.	gräs- moss-	gräs-, moss-
—	32.	snöu	snön
157.	17.	paralel-cirkel	parallel-cirkel
160.	24.	var	blef
161.	22.	gletscherns	gletscherns
164.	32.	värme ledningsförmågan	värmeledningsförmågan
166.	9.	yta;	yta,
168.	50.	— 8,2,	— 8,2;
174.	25.	dagens- och nattens-	dagens och nattens
—	34.	luftenoch	luften och
177.	22.	yttregränsorna.	yttre gränsorna.
179.	18.	öfre strömmarne	öfre luftströmmarne
181.	24.	i tropikerna	mellan tropikerna
184.	9.	ligga	ligger
—	50.	sky drag	skydrag
192.	16.	fallande.	fallande,
193.	18.	beständigt	oafbrutet
194.	35.	ntsedene	utseende
195.	16.	form;	form,
207.	8.	luft och	luft- och
208.	2.	ångans-elasticitet	ångans elasticitet
—	32.	ång-elasticitens-förändringar	ång-elasticitetens förändringar
213.	31.	väderleks skifte	väderleksskifte
216.	22.	forvarar	fortvarar
218.	11.	vinter åska	vinter-åska
232.	11.	den första	den första,
—	12.	tillfredställande	tillfredsställande

<i>Sid.</i>	<i>rad.</i>	<i>står :</i>	<i>läs :</i>
233.	23.	noggrannhet	noggrannhet
236.	16.	kommandenstrålarne	kommande strålarne
—	31.	så	få
239.	7.	magnetiska-axel	magnetiska axel
241.	20.	aërolhit	aërolith
242.	16.	så	så-
243.	11.	undersökningen	undersökningen
248.	25.	molluske roch	mollusker och
—	34.	gräns linier	gränslinier
250.	12.	utveckling	utveckling.
—	25.	allmänhet,	allmänhet

